

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 820 860**

51 Int. Cl.:

B02C 25/00 (2006.01)

B02C 4/38 (2006.01)

B02C 4/06 (2006.01)

B02C 4/32 (2006.01)

B02C 4/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.08.2017 PCT/EP2017/071060**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.03.2018 WO18036978**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2017 E 17761202 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3500370**

54 Título: **Dispositivo de supervisión y control para la optimización automatizada de la línea de molienda de un sistema de cilindros y procedimiento correspondiente**

30 Prioridad:

22.08.2016 CH 10752016

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

22.04.2021

73 Titular/es:

**BÜHLER AG (100.0%)
Gupfenstrasse 5
9240 Uzwil, CH**

72 Inventor/es:

REITER, EMANUEL

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 820 860 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de supervisión y control para la optimización automatizada de la línea de molienda de un sistema de cilindros y procedimiento correspondiente

5 Ámbito de la invención

La presente invención se refiere a sistemas de supervisión y control para la optimización automatizada de sistemas de molienda y laminado, especialmente sistemas de molienda y laminado para la molienda y/o el triturado de grano o para el tratamiento por trituración y homogeneización de materiales viscosos, especialmente masas de chocolate, tintas de impresión y similares. La presente invención se refiere especialmente a sistemas de laminado con pares de cilindros de molienda, dispositivos de medición para su inserción desmontable en un orificio de recepción de un cuerpo de cilindro de un cilindro de un par de cilindros, especialmente de un cilindro de molienda de un par de cilindros de molienda, a instalaciones de procesamiento de productos que contienen al menos un par de cilindros, especialmente instalaciones de molienda que contienen al menos un par de cilindros de molienda, así como a procedimientos correspondientes para el funcionamiento optimizado de sistemas de molienda y laminado de este tipo o de instalaciones de procesamiento de productos.

Antecedentes de la invención

Desde la introducción de los cilindros que se desarrollan por pares unos al lado de otros, el término molienda vertical ha perdido más o menos su justificación. Sin embargo, se ha conservado porque, al utilizar cilindros, la molienda se inicia en cilindros separados entre sí de acuerdo con la posición anterior de las piedras de molino, llevándose a cabo la siguiente trituración por etapas en cilindros más próximos unos a otros, a fin de obtener las cantidades correspondientes de sémola o material a moler. Los cilindros de molienda, como los que se utilizan, por ejemplo, en la molienda de granos, requieren una supervisión constante. Puede ocurrir, por ejemplo, que ocasionalmente se produzca un así llamado funcionamiento en seco, en el que los cilindros de molienda adyacentes, por ejemplo, se tocan entre sí, y la potencia de accionamiento del motor se convierte en calor de forma incontrolada. Si el estado mencionado dura demasiado tiempo, la temperatura del cilindro de molienda puede subir a un nivel crítico y posiblemente causar fuego o daños en los cilindros. Para evitarlo ya se conoce la posibilidad (véase, por ejemplo, el documento WO 2014/195309 A1) de supervisar la temperatura de un cilindro de molienda con la ayuda de uno o varios sensores y emitir un mensaje de advertencia en caso de alcanzarse una temperatura crítica. Para ello se suelen utilizar sistemas ópticos para la detección de la superficie perimetral del cilindro de molienda. Sin embargo, en este caso resulta problemático el hecho de que estos sistemas ópticos o sin contacto se encuentran en la cámara de producto por la que también fluye el material a moler. Por este motivo, los sistemas ópticos de este tipo son extremadamente propensos a la contaminación.

En las instalaciones de molienda se pretende además automatizar cada vez más la supervisión y la optimización del molino, por una parte, para reducir los costes y, por otra parte, porque cada vez más personal no capacitado se hace cargo o tiene que hacerse cargo de la supervisión del proceso de molienda. Normalmente, al moler el grano, el molinero controla manualmente la granulación del material a moler o la temperatura/distribución de la temperatura de los cilindros. Esto quiere decir que el molinero comprueba durante el proceso de molienda a intervalos regulares si los cilindros poseen una distribución uniforme de la temperatura. En caso de control manual, el molinero pasa con la mano a lo largo de la longitud de los cilindros y comprueba si los cilindros presentan aproximadamente la misma temperatura en las zonas laterales y en el centro. Según el estado de la técnica (DE-OS 27 30 166) también se sabe que siempre se producen y se pueden producir influencias perturbadoras que no permiten unas condiciones de molienda idealizadas o que difieren mucho de éstas. Estas influencias perturbadoras incluyen, entre otros, las temperaturas desiguales de los cilindros. Según la memoria impresa antes citada se propone disponer un sensor de temperatura en al menos un cilindro a uno o a ambos lados. De acuerdo con esta memoria impresa, el sensor de temperatura se dispone en la zona de los cojinetes en la caja de cojinetes. Esta disposición según el estado de la técnica tiene el inconveniente de que la temperatura del cilindro se determina con un retraso de tiempo y espacio, concretamente cuando la temperatura de la superficie del cilindro se ha extendido hasta los cojinetes. Por el documento DE 102 26 411 A1 se conoce además la posibilidad de medir sin contacto la temperatura de la superficie perimetral de un cilindro de molienda con la ayuda de sensores de temperatura. Debido a la distancia entre el sensor y la superficie perimetral del cilindro de molienda, la temperatura real de la superficie perimetral puede en parte diferir considerablemente de la temperatura medida. Estas diferencias deben tenerse en cuenta en la evaluación tomando como base puramente la experiencia, es decir, de forma empírica, lo que es complicado y también propenso a errores. Por lo tanto, la calibración asociada depende de la persona. Además, el documento DE 198 19 614 A1 también revela sensores de temperatura dispuestos a distancia de los cilindros de molienda. La supervisión del desgaste del cilindro también es importante. Con esta finalidad, el documento DE 42 22 085 A1 revela dispositivos para la medición del estado de la superficie de un cilindro de molienda. No obstante, estos dispositivos también están dispuestos fuera de la superficie perimetral del cilindro de molienda y, por consiguiente, presentan los inconvenientes ya descritos anteriormente. También se conocen los dispositivos y procedimientos con los que se puede medir el desgaste de los cilindros estriados. Sin embargo, estas mediciones sólo son posibles estando los cilindros de molienda parados. Aunque esta medición es precisa, la instalación de molienda siempre debe estar parada para llevarla a cabo.

Se conocen además sensores de presión con los que se puede medir la presión de contacto entre dos cilindros de molienda adyacentes. Por último, también se conocen sensores de vibración para cilindros de molienda, por ejemplo, por el documento WO 2007/025395 A1. Todos estos sensores se encuentran normalmente fuera de los cilindros de molienda. Finalmente, por el documento WO 2014/195309 A1 también se conocen para el procesamiento de un producto los pares de cilindros que contienen dos cilindros, presentando uno o ambos cilindros al menos un sensor. En este caso, el sistema de sensores se dispone dentro de la superficie perimetral del cilindro. Sin embargo, la funcionalidad integrada en el cilindro se limita al sistema de sensores. El experto en la materia no tendría en cuenta todas las posibles pruebas con un cilindro de un par de cilindros que procesa material a granel, material a moler o masas, que, además de un sensor, contiene un sistema de control superior, entre otras cosas, por ejemplo, debido a las condiciones extremas de fuerza, presión, temperatura y polvo en las proximidades del cilindro o del par de cilindros y debido a la correspondiente metodología de procedimiento convencional, principalmente manual, en el procesamiento de material a granel.

Descripción detallada de la invención

Una tarea de la presente invención consiste en resolver los inconvenientes y los problemas técnicos conocidos por el estado de la técnica. Especialmente se debe proponer un sistema de control de autooptimización y un procedimiento para la molienda y/o la trituración de grano, con el que se pueda optimizar y automatizar la molienda y/o la trituración y que aumente la seguridad funcional de un molino. El sistema tiene por objeto proporcionar un par de cilindros correspondiente, especialmente un par de cilindros de molienda, y una instalación de procesamiento de productos, especialmente una instalación de molienda para la molienda de material a moler, con los que se pueda determinar con mayor precisión un estado de al menos un cilindro o de ambos cilindros de un par de cilindros, especialmente de al menos uno o de ambos cilindros de molienda de un par de cilindros de molienda, siendo éstos además menos propensos a la contaminación. Con ello se pretende aumentar, al menos en algunas formas de realización, la seguridad funcional, debiendo ser posible sacar conclusiones sobre el rendimiento de un proceso de procesamiento, especialmente de un proceso de molienda. Especialmente, el sistema debe poner a disposición una supervisión y un control automatizados para comprobar y controlar si los cilindros están situados paralelamente entre sí y tienen, por consiguiente, la línea de molienda óptima, dado que, especialmente el uso múltiple de un sistema de este tipo, por ejemplo, en todas las máquinas de molienda, puede dar lugar a un aumento considerable de la eficiencia de la molienda. Finalmente, una tarea de la invención consiste en proporcionar un dispositivo para un aprendizaje automático que pueda supervisar y ajustar de forma óptima y dinámica los pares de cilindros sin tener que comprobar o ajustar manualmente condiciones de funcionamiento detalladas.

Estos problemas técnicos se resuelven con las características de las reivindicaciones independientes, así como con las características de las reivindicaciones dependientes.

La invención se explica a continuación más detalladamente por medio de ejemplos de realización y dibujos:

La figura 1 ilustra esquemáticamente una instalación de procesamiento de productos adaptativa con optimización automática 28 con una instalación de molienda 18 que contiene al menos un par de cilindros 33. Para el procesamiento de un producto, el par de cilindros 33 comprende dos cilindros 1/1', 19. Al menos uno de los cilindros 1/1' comprende uno o varios sensores 2/2' para registrar los valores de medición que caracterizan de forma mensurable un estado del cilindro correspondiente 1/1'. Un dispositivo de medición 12/12' se inserta en un orificio de recepción 11/11' del cuerpo de cilindro 10/10' del al menos un cilindro 1/1' para el procesamiento del producto. El dispositivo de medición 12/12' comprende al menos uno de los sensores 2/2' para registrar los valores de medición que caracterizan un estado del cilindro 1/1'. Con un receptor de datos 5/5' de una unidad de control 23 de la instalación de procesamiento de productos 28 se reciben los valores de medición de al menos un cilindro 1/1' del par de cilindros 33 procedentes de un transmisor de datos 4/4' del dispositivo de medición 12/12' o se transmiten con el transmisor de datos 4/4' al receptor de datos 5/5'.

La figura 2 ilustra esquemáticamente la detección de un tipo de estría 1b2 de un cilindro 1/1' mediante valores de medición 1a/1b del cilindro 1/1'. En este caso, la estructura de la superficie del cilindro 1/1' se indica en μm tanto en el eje x, como también en el eje y.

La figura 3 ilustra esquemáticamente una representación de una primera instalación de molienda 18 con un cilindro de molienda 1 y varios sensores de temperatura 2. La instalación de procesamiento de productos en la figura 1 se configura como una instalación de molienda 18 para la molienda de material a moler, especialmente para la molienda de grano. La instalación de molienda 18 contiene un par de cilindros de molienda formado por un primer cilindro de molienda 1 con siete sensores de temperatura 2 y un transmisor de datos 4, así como por un segundo cilindro de molienda 19 que no debe contener necesariamente un sensor o un transmisor de datos. El primer cilindro de molienda 1 contiene un cuerpo de cilindro 10 con un orificio de recepción 11 en forma de una perforación cilíndrica que se extiende paralelamente a un eje de rotación A del cuerpo de cilindro 10 y a lo largo de toda su longitud. En el orificio de recepción 11 se introduce un dispositivo de medición en forma de varilla 12 que contiene los siete sensores de temperatura 2. El dispositivo de medición 12 está encapsulado en el orificio de recepción 11, insertándose, por consiguiente, sin posibilidad de desmontaje en el orificio de recepción 11. Con la ayuda de los sensores de temperatura 2 se pueden registrar los valores de medición que caracterizan la temperatura en varios puntos de una superficie perimetral 3 del cilindro de molienda 1. La estructura del dispositivo de medición 12 se describe a continuación más detalladamente en las figuras 2 y 3a a 3d.

El dispositivo de medición 12 contenido en el cilindro de molienda 1 según la figura 3 puede, por ejemplo, introducirse en el orificio de recepción 11 como un dispositivo de medición en forma de varilla 12 que contiene los sensores de temperatura 2. La placa de circuitos impresos 9 puede contener el multiplexor 6. En el caso del dispositivo de medición 12, el cable 29 puede salir por un extremo. Al final de este cable 29 se puede encontrar un enchufe 30, con el que el dispositivo de medición 12 puede conectarse al transmisor de datos 4. Los sensores de temperatura 2 pueden ser, por ejemplo, del tipo conocido PT 1000 o similar.

La figura 4 muestra esquemáticamente otra representación de la instalación de molienda 18 según la figura 3.

Las figuras 5a y 5b muestran dos variantes de realización posibles de la integración de los sensores 2/2' en uno o en ambos cilindros 1/1'/19 del par de cilindros 33. En la figura 5a, los sensores 2/2' están integrados en un orificio de recepción continuo de los cilindros 1/1'/19 (procedimiento iRoll), mientras que en la figura 5b están integrados como tapones en los extremos distales de los cilindros 1/1'/19 (procedimiento iPlug). En la figura 5a (iRoll), la medición de la temperatura puede llevarse a cabo, por ejemplo, cada 121 mm por medio de los sensores 2a a lo largo de toda la longitud del cilindro 1/1'/19. Con el procedimiento iPlug según la figura 5b, la medición de la temperatura tiene lugar en un lado o en ambos lados del 1/1'/19, por ejemplo, una sola vez por medio de un sensor 2a. En la figura 5a, así como en la figura 5b, la medición de la aceleración puede realizarse mediante un acelerómetro 2c (por ejemplo, medición de aceleración en 3 ejes). La transmisión de datos o la correspondiente conexión de datos pueden establecerse, por ejemplo, mediante un Bluetooth integrado de baja energía a 1xB-Cube por instalación de molienda 18/18'. En la figura 5a, la curva amarilla/violeta muestra el desarrollo de la temperatura en °C (eje x vertical, en el ejemplo, dos sensores de temperatura amarillo/violeta) de los cilindros en dependencia de los tiempos de medición (eje y horizontal), mientras que la curva verde muestra la aceleración/vibración medida en m/s² (eje x vertical, en este ejemplo, la medición de la aceleración en 3 ejes se combina en un valor de vibración) de los cilindros en dependencia de los tiempos de medición (eje y horizontal). En la figura 5b, la curva violeta muestra el desarrollo de la temperatura en °C (eje x vertical) de los cilindros en dependencia de los tiempos de medición (eje y horizontal), mientras que la curva verde muestra la aceleración medida en m/s² (eje x vertical, en este ejemplo la medición de la aceleración en 3 ejes se combina en un valor de vibración) de los cilindros en dependencia de los tiempos de medición (eje y horizontal).

La figura 6 muestra un segundo ejemplo de realización de la instalación de producción con una instalación de molienda 18' y con un cilindro de molienda 1 con varios sensores de presión. La instalación está configurada como una instalación de molienda 18' para la molienda de material a moler, especialmente grano. Para simplificar la representación, aquí sólo se reproduce un cilindro de molienda 1' de un par de cilindros, no mostrándose tampoco otro cilindro de molienda 19 como en la figura 3. En una superficie perimetral 3' de un cuerpo de cilindro 10' del cilindro de molienda 1' están disponibles varios orificios de recepción 11', representándose aquí sólo 3 orificios. Estos orificios de recepción 11' se extienden en la dirección radial del cuerpo de cilindro 10', es decir, perpendicularmente a un eje de rotación A' del cuerpo de cilindro 10'. En la figura 6 también se muestra (no a escala) un perno 12' que representa un dispositivo de medición. Este perno 12' contiene una rosca no mostrada en la figura. Cada uno de los orificios de recepción 11' presenta una contrarrosca, tampoco representada, en la que se puede enroscar el perno 12'. El perno 12' presenta además un sensor 2/2', así como un transmisor de datos 4/4', no representándose en la figura 6 ninguno de los dos. El sensor 2/2' puede ser, por ejemplo, un sensor de desgaste 2f, un sensor de presión 2d, un sensor de temperatura 2a, un sensor de vibración 2b, un sensor de aceleración/acelerómetro 2c, un sensor de fuerza 2e o un sensor de deformación 2g, etc. En un lado frontal 20' del cilindro de molienda 1' se disponen un transmisor de datos 4', un receptor de energía 9' y un receptor de datos 16'. De este modo, los datos de medición registrados por el sensor 2' pueden transmitirse sin contacto desde el transmisor de datos del perno 12' al receptor de datos 16' del cuerpo de cilindro 1', por ejemplo, mediante radiación infrarroja, impulsos luminosos, señales de radiofrecuencia, acoplamiento inductivo o mediante cualquier combinación de los mismos. Esto se lleva a cabo preferiblemente a través de un espacio interior, especialmente una cavidad del cuerpo de cilindro 10'. El perno 12' puede alimentarse con energía inductiva y/o por medio de luz. Alternativa o adicionalmente el mismo puede contener al menos un elemento piezoeléctrico mediante el cual se puede generar energía eléctrica a partir de las fuerzas generadas durante la rotación del cilindro de molienda 1'. También alternativa o adicionalmente, el perno 12' puede presentar al menos una batería especialmente recargable.

La figura 7 muestra esquemáticamente que el dispositivo de medición se puede insertar, por ejemplo, de forma desmontable o no desmontable, en el orificio de recepción. Si el dispositivo de medición se introduce de forma desmontable en el orificio de recepción, éste puede sustituirse fácilmente si, por ejemplo, es necesario limpiarlo o repararlo o si está defectuoso. Si el dispositivo de medición se introduce en el orificio de recepción sin posibilidad de desmontaje, el dispositivo de medición se puede conectar así con mayor seguridad al cuerpo de cilindro. Además, se puede evitar una separación no autorizada del dispositivo de medición, lo que podría influir negativamente en la seguridad. El dispositivo de medición puede, por ejemplo, fundirse en el orificio de recepción (por ejemplo, con la ayuda de una resina) o soldarse. De este modo, también se puede evitar el riesgo de explosiones, de manera que se puedan cumplir especialmente las directrices ATEX de la Unión Europea.

La figura 8 muestra esquemáticamente con mayor detalle la integración de los sensores 2/2' en el procedimiento iPlug según la figura 5b. La medición de la temperatura tiene lugar en uno o en ambos lados distales del 1/1'/19, por ejemplo, una única vez por medio de un sensor 2a. En el procedimiento Plug, el dispositivo de medición 12/12' se introduce en el orificio correspondiente 11/11'. El cierre ATEX mostrado sirve para cerrar el dispositivo de medición 12/12' con los sensores 2/2'.

La figura 9 muestra esquemáticamente con mayor detalle la integración de los sensores 2/2' en el procedimiento iRoll según la figura 5a, integrándose los sensores 2/2' en un orificio de recepción continuo de los cilindros 1/1'/19. Las mediciones de temperatura T1 a T12 pueden realizarse, por ejemplo, cada 121 mm mediante los sensores 2a por toda la longitud del cilindro 1/1'/19.

5 La figura 1 muestra toda la instalación de procesamiento de productos adaptiva con optimización automática 28 con la instalación de molienda 18. La instalación de molienda 18 contiene al menos un par de cilindros 33, comprendiendo el par de cilindros 33 para el procesamiento de un producto o de un material a moler como, por ejemplo, el trigo o el cacao en grano, dos cilindros 1/1',19. Al menos uno de los cilindros 1/1' comprende al menos un sensor 2/2' para la detección de valores de medición 1a/1b/181 que caracterizan o definen de forma mensurable un estado de al menos un cilindro 1/1'. Un dispositivo de medición 12/12' se inserta en un orificio de recepción 11/11' de un cuerpo de cilindro 10/10' que utiliza al menos un cilindro 1/1' del par de cilindros 33 para el procesamiento de un producto, presentando el dispositivo de medición 12/12' al menos uno de los sensores 2/2' para el registro de los valores de medición 1a/1b/181 que caracterizan un estado del cilindro 1/1'. Al menos uno de los cilindros 1/1' del par de cilindros puede comprender, por ejemplo, al menos un sensor de temperatura 2a para la medición de la temperatura del cilindro 1a1 y/o un sensor de vibración 2b para la detección de las vibraciones 1a2 y/o un acelerómetro 2c para la supervisión del número de revoluciones 18111 y/o de las aceleraciones/desaceleraciones 1a3 del cilindro 1/1'. Como variante de realización, al menos un cilindro 1/1' puede comprender el transmisor de datos 4/4', un microprocesador, un acumulador de energía, un sensor de temperatura 2a y un sensor de vibración 2b. En este caso, el acumulador de energía sirve para suministrar energía al transmisor de datos 4/4' y/o a los sensores 2/2'. Además, al menos un cilindro 1/1' puede comprender en la zona de sus extremos distales respectivamente un dispositivo de medición 12/12' con un sensor de temperatura 2a, es decir, al menos dos, pudiéndose medir un gradiente de temperatura para el cilindro 1/1' por medio de los al menos dos sensores de temperatura 2a de los respectivos extremos distales. La unidad de control 23 puede, por ejemplo, realizarse de manera que la temperatura del cilindro 1a1, medida y supervisada de forma continua con el al menos un sensor 2a, permita un control en tiempo real y/o una optimización dinámica en tiempo real, por ejemplo, mediante una unidad de aprendizaje automático 34. El cilindro 1/1' puede comprender, por ejemplo, una etiqueta RFID, un sensor de temperatura 2a, un sensor de aceleración 2c y un sensor de vibración 2b, generando la unidad de control 23, en base a los datos de medición 1a/1b/181 de los sensores 2/2', parámetros relativos a la vida útil restante 1a4 del cilindro 1/1' y/o parámetros de desgaste 1a5 y/o parámetros de funcionamiento 18 y/o parámetros relativos al número de revoluciones 18112 y/o a las aceleraciones/desaceleraciones 1a3 del cilindro 1/1' y/o a la forma del cilindro 1a6 y/o a la torsión 1a7 y/o al número de estrías 1a8 del cilindro 1,1. Los parámetros de desgaste 1a5 y/o los parámetros de funcionamiento 181 pueden comprender, por ejemplo, indicadores de diagnóstico para el devanado 18113 o para otros cambios mecánicos del cilindro 1/1'.

Con un receptor de datos 5/5' de una unidad de control 23 de la instalación de procesamiento de productos 28, se reciben valores de medición, procedentes de un transmisor de datos 4/4' del dispositivo de medición 12/12', de al menos un cilindro 1/1' del par de cilindros 33 o se transmiten con el transmisor de datos 4/4'. Por ejemplo, mediante el al menos un sensor de temperatura 2a, la unidad de control 23 puede medir un gradiente de temperatura 1a13 a lo largo del cilindro 1/1' que se transmite a la unidad de control 23 (por ejemplo, también como al menos dos valores de temperatura), corrigiéndose, optimizándose y adaptándose automáticamente la distancia y/o el paralelismo del par de cilindros 1/1' por medio del dispositivo de control 23 en base al gradiente de temperatura medido 1a1.

40 El funcionamiento de los cilindros y la anchura de la hendidura 18111 entre los dos cilindros 1/1',19 del par de cilindros 33 y/o el paralelismo 18114 de los cilindros 1/1',19 se optimizan automáticamente y de forma autocontrolada mediante la unidad de control 23 y/o un dispositivo de regulación 231 conectado a la unidad de control 23 en base a los valores de medición recibidos. Además, la unidad de control 23 puede identificar de forma inequívoca el cilindro 1/1', por ejemplo, mediante la RFID 1b u otros elementos de identificación 1b que se montan en el cilindro 1/1', en base a los datos almacenados electrónicamente del elemento de identificación 1b, asignándose al menos el número de cilindro 1b1 y/o la identificación de estría 1b2 a una identificación del cilindro 1/1'. Para generar y predecir la vida útil restante 1a4 del cilindro 1/1' y/o los parámetros de desgaste 1a5 y/o los parámetros de funcionamiento 181, la unidad de control 23 puede comprender una unidad de aprendizaje automático 34, con la que, por medio de la generación de señales al dispositivo de regulación 231, se pueden optimizar el funcionamiento y el mantenimiento de forma autoadaptiva al menos con respecto a la forma 1a6 y/o a la torsión 1a7 y/o al número de estrías 1a8 del cilindro 1/1'. La optimización del funcionamiento del par de cilindros 33 y/o del paralelismo 18114 de los cilindros 1/1',19 puede llevarse a cabo por medio de la unidad de control 23 y/o de un dispositivo de regulación 231 conectado a la unidad de control 23, en base a los valores de medición recibidos 1a/1b/181, con una unidad de aprendizaje automático 34, comprendiendo la unidad de aprendizaje automático 34 una unidad de supervisión 341 para supervisar los valores de medición recibidos y una unidad de aprendizaje 342, registrando temporalmente la unidad de supervisión 341 la temperatura 1a1 durante el tiempo t_1, t_2, t_3, \dots (por ejemplo, también como un cambio de temperatura, es decir, calentamiento o enfriamiento) con un valor real 1a11 y un valor teórico 1a12 de la temperatura 1a1, la anchura de hendidura 18111 y/o el número de revoluciones 18111 y/o los devanados 18113 y/o el paralelismo del cilindro 18114, y realizando la unidad de aprendizaje 342 el proceso de aprendizaje mediante la combinación del valor real 1a11 y del valor teórico 1a12 de la temperatura 1a1, especialmente durante un cambio de temperatura como, por ejemplo, el calentamiento, de la anchura de hendidura 18111 y/o del número de revoluciones 18112 y/o de los devanados 18113 y/o del paralelismo del cilindro 18114. Por ejemplo, con el receptor de datos 5/5' de la instalación de procesamiento de productos 28 se pueden recibir los valores de medición transmitidos por el transmisor de datos 4/4' de al menos un cilindro 1/1' del par de cilindros 33, optimizándose el funcionamiento de la instalación de procesamiento de productos 28, en base a los valores de

medición transmitidos, mediante una estructura de autoaprendizaje de la unidad de aprendizaje automático 34 al menos con respecto a la forma 1a6 y/o a la torsión 1a7 y/o al número de estrías 1a8 del cilindro 1/1'. El dispositivo de regulación 231 conectado a la unidad de control 23 puede comprender especialmente, por ejemplo, un dispositivo de alarma 232 y/o un dispositivo de apagado 233, con lo que, al activarse el correspondiente parámetro de activación de alarma 2322 y/o el parámetro de activación de apagado 2332, mediante el activador de alarma 2321 y/o el activador de apagado 2331, en los valores de medición o los parámetros 1a/1b/181, se emite o señala una alarma correspondiente por medio de un interruptor de alarma 2323 o se inicia un apagado de la instalación de molienda 18/18' mediante un interruptor de apagado 2333. Esto puede ocurrir especialmente si se activa una desviación correspondiente del valor real 1a1 de la temperatura del cilindro 1a mediante el activador de alarma 2321 o el activador de apagado 2331. La activación puede llevarse a cabo especialmente, por ejemplo, de forma dinámica en tiempo real.

Como se muestra en la figura 1, el dispositivo de control 23 incluye además el dispositivo para el aprendizaje automático 34. En esta memoria de patente el término "unidad de aprendizaje automático 34" se utiliza también como sinónimo del término "dispositivo para el aprendizaje automático 34". El dispositivo para el aprendizaje automático 34 puede ser un dispositivo externo para el dispositivo de control 23. En este caso, el dispositivo para el aprendizaje automático 34 se conecta bidireccionalmente al dispositivo de control 23 y al dispositivo de regulación 231, a fin de comunicarse entre sí. Como se muestra en la figura 1, el dispositivo para el aprendizaje automático 34 comprende una unidad de supervisión o unidad de observación de estado 341, para observar una variable de estado y valores de medición 1a/1b/181, que se compone de la temperatura durante el tiempo t_1, t_2, t_3, \dots y de un valor real 1a11, de la anchura de hendidura 18111 y/o del número de revoluciones 18111 y/o del paralelismo del cilindro 18114. La unidad de supervisión 341 puede almacenar sucesivamente cada parámetro de estado junto con un tiempo t_1, t_2, t_3, \dots , supervisándose los parámetros de estado (unidades de memoria con los valores 1a12, 1a/1b. 181). El dispositivo para el aprendizaje automático 34 puede además comprender una unidad de aprendizaje 342 para ejecutar un proceso de aprendizaje combinándose al menos uno de los valores reales 1a11 o de los valores teóricos 1a12 de la temperatura 1a1 durante el tiempo t_1, t_2, t_3, \dots y la anchura de hendidura 18111 y/o el número de revoluciones 18112 y/o los devanados 18113 y/o el paralelismo del cilindro 18114, que se detectan por medio de la unidad de supervisión 341. La unidad de aprendizaje 342 puede realizarse para diferentes tipos de aprendizaje automático como, por ejemplo, el aprendizaje supervisado, el aprendizaje no supervisado, el aprendizaje parcialmente supervisado, el aprendizaje de refuerzo, el aprendizaje transductivo, el aprendizaje multitarea, etc. Como ejemplo de realización, la unidad de aprendizaje 342 ejecuta un aprendizaje de refuerzo por medio del aprendizaje Q. Sin embargo, esto debe entenderse expresamente sólo como un ejemplo de realización. En este ejemplo, el dispositivo para el aprendizaje automático 34 corresponde a un agente en el aprendizaje de refuerzo. Como se muestra en la figura 1, los valores de medición y los parámetros 1a/1b/181 se registran y asignan en su dependencia temporal t_1, t_2, t_3, \dots por medio de la unidad de supervisión 341. La unidad de aprendizaje 342 para la ejecución del aprendizaje de refuerzo comprende una unidad de cálculo de recompensa para calcular una recompensa en base a al menos uno de los valores de medición y a una temperatura asignada 1a1 (durante el tiempo medido (valor real 1a11) y un valor teórico 1a12), que se indica mediante la unidad de supervisión 341, y una unidad de actualización de función (inteligencia artificial), para actualizar una función, por ejemplo, una función de valor de acción (tabla de valor de acción), para decidir y seleccionar entre los valores de medición actuales y los parámetros (de funcionamiento) 1a/1b/181, en base a la recompensa calculada por la unidad de cálculo de recompensa, y/o en base a al menos un valor de un valor teórico de la temperatura 1a1 durante los tiempos t_1, t_2, t_3, \dots y/o de la anchura de hendidura 18111 y/o del número de revoluciones 18112 y/o del indicador de diagnóstico para el devanado 18113 y/o del paralelismo 18114 de los cilindros 1,1'. Naturalmente, la unidad de actualización de función puede actualizar otras funciones. El dispositivo para el aprendizaje automático 34 comprende además una unidad de toma de decisiones para decidir, a partir de los valores de medición actuales y de los parámetros (de funcionamiento) 1a/1b/181, en base al resultado del aprendizaje de la unidad de aprendizaje 342, el valor óptimo de al menos un valor de un valor teórico del tiempo. La unidad de toma de decisiones 342 aprende a seleccionar una mejor acción (toma de decisiones). Cabe señalar que la unidad de toma de decisiones puede estar incluida en el dispositivo de control 23 y no en el dispositivo para el aprendizaje automático 342. Como punto de partida, el dispositivo para el aprendizaje automático 34 puede seleccionar al menos un valor teórico, por ejemplo, de la temperatura 1a1, o varios valores teóricos, por ejemplo, la temperatura 1a1, la anchura de hendidura 18111, el número de revoluciones 18112 o el paralelismo 18114, e indicar los mismos. Estos valores teóricos se seleccionan al azar a partir de sus respectivos rangos predeterminados. Alternativamente, por ejemplo, el valor mínimo en el rango predeterminado, es decir, el rango de temperatura, puede seleccionarse inicialmente como valor teórico, presentando a continuación el mismo en el ciclo siguiente un valor aumentado en una cantidad muy reducida. Lo mismo se aplica a otros posibles valores teóricos. Los procesos pueden repetirse, de manera que puedan elegirse todas las combinaciones de un valor teórico, por ejemplo, la temperatura 1a1, el gradiente de temperatura o el tiempo.

A fin de obtener la regulación de temperatura, con la que se puede controlar con una mayor precisión la temperatura del cilindro en caso de un material a laminar determinado, se optimiza adicionalmente el control antes descrito mediante la calibración con un modelo de calentamiento por transformación. En este caso se puede realizar, por ejemplo, un modelo de enfriamiento separado del cilindro/par de cilindros y/o del material a laminar con el aprendizaje individual del modelo de calentamiento por transformación citado. Con esta optimización adicional, la temperatura del cilindro puede controlarse, al menos inicialmente, mediante una anchura de hendidura adaptada, de manera que coincida con el valor teórico de temperatura indicado, mientras que el valor de calentamiento por transformación se compensa mediante la predicción de la cantidad. En tal caso, la absorción o la transformación de la temperatura a través del cilindro y/o del material de laminado pueden lograrse, por ejemplo, por medio de un dispositivo de aprendizaje basado en el modelo de calentamiento por transformación para el aprendizaje del modelo de

calentamiento por transformación, generando el dispositivo de aprendizaje del modelo de calentamiento por transformación una predicción del valor del calentamiento por transformación. El dispositivo de aprendizaje basado en el modelo de calentamiento por transformación puede realizarse, por ejemplo, como parte de la unidad de aprendizaje automático 34 o de la unidad de aprendizaje 342.

5 Para la realización del dispositivo de control 23 con el dispositivo para el aprendizaje automático 34 se pueden concebir diversas formas de realización. En principio, cada instalación de molienda 18/18' puede realizarse junto con un dispositivo de control 23 y un dispositivo para el aprendizaje automático 34. En este caso, la instalación de molienda 18/18' funciona de manera completamente autosuficiente y ha realizado in situ la autooptimización y la adaptabilidad mediante elementos de a bordo. No obstante, el dispositivo de control 23 también puede conectarse
 10 bidireccionalmente a una unidad maestra central, por ejemplo, a través de una red de transmisión de datos. En este caso, el dispositivo de control 23 transmite sus datos de medición a la unidad maestra central que comprende el dispositivo para el aprendizaje automático 34. Una vez realizado el proceso de optimización por medio del dispositivo para el aprendizaje automático 34, la unidad maestra central puede transmitir, por ejemplo, los parámetros de control necesarios como, por ejemplo, la distancia entre los cilindros y/o la velocidad de giro y/o la presión de los cilindros, al
 15 dispositivo de control 23 de la instalación de molienda 18/18' que a continuación asume de forma remota el control del proceso de molienda. Finalmente, como variantes de realización también pueden generarse y almacenarse con antelación y en función de la identificación del cilindro y/o del perfil/parámetro técnico del cilindro y/o de una anchura de hendidura determinada y/o de un material a moler determinado, distintos perfiles de ajuste de operación/funcionamiento mediante una unidad maestra central que comprende el dispositivo para el aprendizaje automático 34. Los perfiles de ajuste de funcionamiento de este tipo pueden almacenarse con antelación, por ejemplo, en la instalación de molienda 18/18' o en el dispositivo de control 23 de la instalación de molienda 18/18'. En este caso, la medición de parámetros de medición determinados en la instalación de molienda 18/18' o en el dispositivo de medición 12/12' activa la selección dinámica del perfil de ajuste de funcionamiento correspondiente en base al cual el dispositivo de control 23 regula el funcionamiento de la instalación de molienda 18/18' de forma dinámica y
 20 autoadaptativa, controlando automáticamente en especial la anchura de hendidura del par de cilindros y/o la velocidad de giro y/o la presión de los cilindros.

El cilindro de molienda 1, 1' puede contener al menos un sensor 2, 2', preferiblemente varios sensores 2, 2', para el registro de los valores de medición que caracterizan un estado del cilindro de molienda 1, 1', especialmente el estado de una superficie perimetral 3, 3' del cilindro de molienda 1, 1'. El cilindro de molienda 1, 1' puede comprender al
 30 menos un transmisor de datos 4, 4', preferiblemente un único transmisor de datos 4, 4', para la transmisión sin contacto de los valores de medición de al menos un sensor 2, 2' a un receptor de datos 5, 5'. El cilindro de molienda 1, 1' se configura además de acuerdo con la combinación de características antes mencionada, comprendiendo al menos un multiplexor 6, 6' dispuesto y diseñado para la transmisión alterna de los valores de medición registrados por los sensores 2, 2' al transmisor de datos 4, 4'. El cilindro de molienda 1, 1' puede comprender además al menos un
 35 convertidor de señales 7, 7', especialmente al menos un convertidor A/D 7, 7' para la conversión de los valores de medición registrados por el sensor 2, 2'. El cilindro de molienda 1, 1' puede comprender además al menos un receptor de energía 9, 9', especialmente con un acumulador de energía, para el suministro de energía del sensor 2, 2' y/o de al menos un multiplexor 6, 6' y/o de al menos un convertidor de señales 7, 7' y/o del transmisor de datos 4, 4' del cilindro de molienda 1, 1' y/o del transmisor de datos de un dispositivo de medición 12, 12', especialmente al menos
 40 un receptor de energía inductivo 9, 9'. Para la transmisión de energía inductiva se pueden utilizar, por ejemplo, procedimientos correspondientes del estado de la técnica, transmitiéndose de forma inalámbrica la energía eléctrica de un transmisor al receptor de energía 9, 9' en el cilindro a través de un campo electromagnético. El transmisor puede realizarse, por ejemplo, como parte de la instalación de molienda 18/18'. Con la tecnología actual, esto se puede realizar de manera que durante la operación no se tenga que generar calor ni tirar de los cables, por lo que, para el
 45 suministro de energía del sensor 2, 2', no es necesario desmontar el cilindro, por ejemplo, para reemplazar una batería correspondiente, ni detener el sistema de molienda 18/18' para cargar el acumulador de energía del receptor de energía 9, 9', por ejemplo, mediante un cable. El cilindro de molienda 1, 1' puede comprender además al menos una placa de circuitos impresos 8, 8' en la que se disponen el sensor 2, 2' y/o al menos un multiplexor 6, 6' y/o al menos un convertidor de señales 7, 7' y/o al menos un transmisor de datos 4, 4' del cilindro de molienda 1, 1' y/o al menos un
 50 receptor de energía 9, 9'. El cilindro de molienda 1, 1' puede comprender un cuerpo de cilindro 10, 10' con al menos un orificio de recepción 11, 11', así como al menos un dispositivo de medición 12, 12' que se inserta en el orificio de recepción 11, 11', especialmente de forma desmontable o insertable, comprendiendo el dispositivo de medición 12, 12' al menos uno de los sensores 2, 2'. El orificio de recepción 11' del cilindro de molienda 1' puede formarse en una superficie perimetral 3' del cuerpo de cilindro 10'. En los dos últimos ejemplos de realización del cilindro de molienda 1', el dispositivo de medición 12' puede configurarse como un perno 12' con una rosca 13' y el orificio de recepción 11' puede presentar una contrarrosca 14' en la que la rosca 13' del perno 12' se puede enroscar o insertar de otro modo. El dispositivo de medición citado 12' del cilindro de molienda 1, 1' también puede comprender al menos un transmisor de datos y el cuerpo de cilindro 10' puede comprender al menos un receptor de datos 16', configurándose y disponiéndose los mismos de manera que los datos de medición registrados por el sensor 2' puedan
 55 transmitirse sin contacto desde el transmisor de datos del dispositivo de medición 12' al receptor de datos 16' del cuerpo de cilindro 10', especialmente a través de un espacio interior 17' del cuerpo de cilindro 10', especialmente a través de una cavidad 17' del cuerpo de cilindro 10'. Además, el dispositivo de medición citado 12, 12' del cilindro de molienda 1, 1' puede comprender al menos una placa de circuitos impresos 8, 8' en la que se disponen al menos un sensor 2, 2' y/o al menos un multiplexor 6, 6' y/o al menos un convertidor de señales 7, 7'. Al menos un sensor 2, 2' del cilindro de molienda 1, 1' puede configurarse, por ejemplo, como un sensor de temperatura 2a y/o al menos un

sensor 2, 2' como un sensor de presión 2a y/o al menos un sensor 2/2' como un sensor de fuerza 2e y/o al menos un sensor 2, 2' como un sensor de desgaste 2f y/o al menos un sensor 2, 2' como un sensor de vibración 2b y/o al menos un sensor 2, 2' como un sensor de deformación 2g y/o al menos un sensor 2, 2' como un acelerómetro/sensor de aceleración 2c.

5 El dispositivo de medición 12' puede configurarse especialmente para la inserción desmontable en un orificio de recepción 11' de un cuerpo de cilindro 10' de un cilindro de molienda 1', especialmente de uno de los cilindros de molienda 1' antes descritos, presentando el dispositivo de medición 12' al menos un sensor 2' para el registro de los valores de medición que caracterizan un estado del cilindro de molienda 1', especialmente un estado de una superficie perimetral 3' del cilindro de molienda 1', así como al menos un transmisor de datos para la transmisión sin contacto de los valores de medición a un receptor de datos 5', 16'. El sistema de molienda 18, 18', puede comprender al menos uno de los cilindros de molienda 1, 1' antes descritos, así como al menos un receptor de datos 5, 5' para la recepción de los valores de medición transmitidos por el transmisor de datos 4, 4' del cilindro de molienda 1, 1'. El procedimiento para el funcionamiento de una de las instalaciones de molienda 18, 18' antes descritas puede comprender, por ejemplo, al menos un paso en el que con el receptor de datos 5, 5' de la instalación de molienda 18, 18' se reciben los valores de medición transmitidos por un transmisor de datos 4, 4' del cilindro de molienda 1, 1'. Un procedimiento para el reequipamiento y/o la mejora de un cuerpo de cilindro 10, 10' con al menos un orificio de recepción 11, 11' para un dispositivo de medición 12, 12' puede, por ejemplo, comprender al menos un paso en el que un dispositivo de medición 12, 12', especialmente uno de los dispositivos de medición 12, 12' antes descritos, se inserta en el orificio de recepción 11, 11', de manera que se obtenga un cilindro de molienda 1, 1' con las características descritas anteriormente.

20 En el sentido de la presente invención, por "producto" se entiende un material a granel o una masa. En el sentido de la presente invención, por "material a granel" se entiende un producto en forma de polvo, granulado o pellet que se utiliza en la industria de procesamiento de material a granel, es decir, en el procesamiento de cereales, productos de molienda de cereales y productos finales de la molienda de cereales (especialmente la molienda de trigo blando, trigo duro, centeno, maíz y/o cebada) o la molienda especial (en particular el descascarillado y/o la molienda de soja, trigo sarraceno, cebada, espelta, mijo/sorgo, pseudocereales y/o legumbres), en la producción de piensos para animales de granja y de compañía, peces y crustáceos, en el procesamiento de semillas oleaginosas, en el procesamiento de biomasa y en la fabricación de pellets energéticos, plantas industriales de malteado y trituración, en el procesamiento de granos de cacao, nueces y granos de café, en la producción de fertilizantes utilizados en la industria farmacéutica o en productos químicos sólidos. En el sentido de la presente invención, por "masa" se entiende una masa alimenticia como, por ejemplo, una masa de chocolate o una masa de azúcar, o una tinta de impresión, un recubrimiento, un material electrónico o un producto químico, especialmente un producto químico puro.

30 En el sentido de la presente invención, por "procesamiento de un producto" se entiende lo siguiente: (i) la molienda, la trituración y/o el descascarillado de material a granel, especialmente de cereales, productos de molienda de cereales y productos finales de cereales de molienda o de molienda especial como se ha descrito anteriormente, pudiéndose utilizar para ello como pares de cilindros, por ejemplo, los pares de cilindros de molienda o de cilindros de descascarillado que se describen más detalladamente a continuación; (ii) el refinamiento de masas, especialmente de masas alimenticias como, por ejemplo, las masas de chocolate o las masas de azúcar, pudiéndose utilizar para las mismas, por ejemplo, pares de cilindros de acabado; y (iii) la molienda en mojado y/o la dispersión, especialmente de tintas de impresión, recubrimientos, materiales electrónicos o productos químicos, especialmente productos químicos puros.

40 En el sentido de la presente invención, los cilindros de molienda se conciben para moler material granulado a moler que normalmente se guía entre un par de cilindros de molienda de dos cilindros de molienda. Los cilindros de molienda, especialmente los cilindros de molienda de los pares de cilindros de molienda según la invención, suelen disponer de una superficie fundamentalmente inelástica (especialmente en su superficie perimetral), que para este fin puede contener o se puede componer de metal como, por ejemplo, el acero, especialmente el acero fino. Normalmente, entre los cilindros de molienda del par de cilindros de molienda existe una hendidura de molienda relativamente fija que a menudo se controla manual o automáticamente. En muchas instalaciones de molienda, el material a moler se guía fundamentalmente de forma vertical hacia abajo a través de una hendidura de molienda como ésta. Además, en muchas instalaciones de molienda el material a moler se aporta a los cilindros de molienda de un par de cilindros de molienda por medio de su fuerza de gravedad, siendo posible apoyar esta aportación opcionalmente de forma neumática. El material a moler suele ser granulado y se mueve a través de la hendidura de molienda como una corriente de fluido. Estas propiedades distinguen un cilindro de molienda (especialmente un cilindro de molienda de un par de cilindros de molienda según la invención) y una instalación de molienda, que contiene al menos un cilindro de molienda de este tipo, por ejemplo, de muchos cilindros que se suelen utilizar para el transporte de papel.

55 Al menos uno de los dos cilindros, es decir, uno o ambos cilindros del par de cilindros de molienda, especialmente al menos uno o ambos cilindros del par de cilindros de molienda, puede o pueden configurarse, por ejemplo, como un cilindro liso o como un cilindro estriado o como un cuerpo de base de cilindro con placas atornilladas. Los cilindros lisos pueden ser cilíndricos o abombados. Los cilindros estriados pueden presentar diferentes geometrías de estría como, por ejemplo, las geometrías de estría en forma de techo o trapezoidal, y/o presentar segmentos colocados sobre la superficie perimetral. Al menos un cilindro, especialmente ambos cilindros del par de cilindros de molienda, especialmente al menos un cilindro de molienda, especialmente ambos cilindros de molienda del par de cilindros de molienda, pueden presentar una longitud del orden de 500 mm a 2500 mm y un diámetro del orden de 250 mm a 800 mm.

La superficie perimetral del cilindro, especialmente del cilindro de molienda, puede unirse preferiblemente sin posibilidad de desmontaje al cuerpo de cilindro, pudiendo configurarse con el mismo especialmente en una sola pieza. Esto permite una fabricación sencilla y un procesamiento fiable y robusto, especialmente la molienda, del producto.

5 El al menos un sensor se configura para el registro de los valores de medición que caracterizan un estado de al menos uno de los cilindros, especialmente de ambos cilindros del par de cilindros. Aquí puede tratarse especialmente de un estado de la superficie perimetral de al menos uno de los cilindros, especialmente de ambos cilindros del par de cilindros. El estado puede ser, por ejemplo, una temperatura, una presión, una fuerza (componente(s) de fuerza en una o varias direcciones), un desgaste, una vibración, una deformación (extensión y/o recorrido de desviación), una velocidad de giro, una aceleración de giro, una humedad ambiental, una posición o una orientación de al menos uno de los cilindros, especialmente de los dos cilindros del par de cilindros.

10 Al contrario que en la parte principal del estado de la técnica, al menos un cilindro del par de cilindros, especialmente al menos un cilindro de molienda del par de cilindros de molienda, contiene en sí mismo al menos un sensor. Si el cilindro gira durante el funcionamiento, el sensor también gira. Especialmente, el al menos un sensor se dispone dentro de una superficie perimetral del cilindro. Por este motivo, el al menos un sensor no se encuentra en la cámara de producto por la que también fluye el producto, especialmente el material a moler. Por consiguiente, una instalación de procesamiento de productos con al menos un cilindro de este tipo, especialmente una instalación de molienda con al menos uno de estos cilindros de molienda, es considerablemente menos propenso a la contaminación. Además, la medición puede llevarse a cabo directamente en el cilindro, por lo que la medición es mucho más precisa. El sensor puede configurarse, por ejemplo, como un sensor MEMS (sistema micro-electro-mecánico). Preferiblemente, el sensor está en conexión de datos con al menos un transmisor de datos, configurándose el transmisor de datos para la transmisión sin contacto de los valores de medición del al menos un sensor a un receptor de datos.

15 Con la ayuda del al menos un transmisor de datos, los valores de medición pueden transmitirse sin contacto a un receptor de datos que no sea un componente del cilindro. Especialmente puede tratarse de un receptor de datos estacionario, moviéndose con respecto al mismo el al menos un sensor cuando el cilindro gira. Gracias a la transmisión sin contacto se pueden evitar los costosos pasos giratorios para los cables que de otro modo serían necesarios. Preferiblemente, el transmisor de datos también puede disponerse en o dentro del mismo cilindro que el sensor conectado a éste mediante transmisión de datos.

20 Al menos uno de los dos cilindros o ambos cilindros pueden contener uno o varios sensores como los antes descritos, por ejemplo, cuatro o seis sensores. Además, uno o varios sensores pueden estar en conexión de datos con al menos un sensor de datos. Los sensores pueden disponerse en diferentes posiciones a lo largo de un eje de rotación del cilindro y/o en diferentes ángulos alrededor de este eje de rotación. Cuantos más sensores contenga el cilindro y cuanto más uniformemente estén distribuidos, con mayor precisión se pueden realizar las mediciones. Preferiblemente, los sensores pueden disponerse uniformemente en la dirección perimetral, con lo que se crea un equilibrio rotacional.

25 Los sensores pueden comprender (i) al menos un sensor de temperatura, pero preferiblemente varios sensores de temperatura dispuestos a lo largo de un eje de rotación del cilindro para determinar un perfil de temperatura a lo largo de esta dirección; (ii) uno o varios sensores de presión; (iii) uno o varios sensores de fuerza (para la determinación del(de los) componente(s) de fuerza en una o varias direcciones); uno o varios sensores de desgaste; (iv) uno o varios sensores de vibración, especialmente para la determinación de un devanado, es decir, una adhesión del producto procesado a la superficie perimetral del cilindro, lo que dificulta el procesamiento, especialmente la molienda, en esta posición; (v) uno o varios sensores de deformación (para la determinación de una extensión y/o de un recorrido de desviación); (vi) uno o varios sensores de velocidad de giro, especialmente para la determinación de una parada del cilindro; (vii) uno o varios sensores de aceleración giratoria; (viii) uno o varios sensores para la determinación de la humedad ambiental dispuestos preferiblemente en un lado frontal del cilindro; (ix) uno o varios sensores giroscópicos para la determinación de la posición y/o de la orientación del cilindro, especialmente para la determinación de la anchura de una hendidura entre los dos cilindros del par de cilindros que depende de la posición y/o de la orientación, así como el paralelismo de los cilindros; y/o (x) uno o varios sensores para la determinación de la anchura de una hendidura entre los dos cilindros del par de cilindros, especialmente de una hendidura de molienda entre los dos cilindros de molienda del par de cilindros de molienda, por ejemplo, un sensor, especialmente un sensor MEMS, dispuesto en un lado frontal del cilindro.

30 También es posible cualquier combinación de estos componentes. Por ejemplo, el cilindro puede contener varios sensores de temperatura y de deformación. Además, es posible y está dentro del alcance de la invención que todos los sensores sean del mismo tipo, es decir, que estén configurados, por ejemplo, como sensores de temperatura. Sin embargo, también es posible y está dentro del alcance de la invención que al menos un cilindro, especialmente ambos cilindros, contenga o contengan sensores de diferentes tipos.

35 Aquí y en adelante, por desgaste se entiende el desgaste mecánico de la superficie perimetral del cilindro, especialmente del cilindro de molienda. Un desgaste como éste puede determinarse, por ejemplo, como consecuencia de un cambio en la resistencia, especialmente un cambio en la resistencia eléctrica, que se produce como consecuencia de una eliminación de material en la superficie perimetral. Alternativa o adicionalmente, el desgaste puede determinarse mediante un cambio en la presión y/o mediante un cambio en la longitud del recorrido y/o mediante un cambio en la capacidad eléctrica.

Si uno o ambos cilindros contienen o contienen tanto varios sensores, como también al menos un transmisor de datos, al menos uno o todos los transmisores de datos pueden configurarse para la transmisión sin contacto de los valores de medición de varios sensores a un receptor de datos. Al menos un cilindro puede contener un transmisor de datos para la transmisión sin contacto de los valores de medición. Cuantos menos transmisores de datos contenga el cilindro, más simple es el diseño de este cilindro.

Si al menos un cilindro contiene un único transmisor de datos, este cilindro puede contener al menos un multiplexor dispuesto y configurado para la transmisión alterna al transmisor de datos de los valores de medición registrados por los sensores.

La transmisión sin contacto puede realizarse, por ejemplo, mediante radiación infrarroja, impulsos luminosos, señales de radiofrecuencia, acoplamiento inductivo o cualquier combinación de los mismos.

Aquí y en adelante, la transmisión sin contacto de los valores de medición siempre incluye también la transmisión de datos que se obtienen mediante el procesamiento adecuado de los valores de medición y que, por lo tanto, se basan en los valores de medición. Por ejemplo, al menos un cilindro, especialmente ambos cilindros, puede contener al menos un convertidor de señales, especialmente al menos un convertidor A/D (convertidor analógico-digital); también ADC (convertidor analógico a digital), para la conversión de los valores de medición registrados por el al menos un sensor. A cada sensor se le puede asignar al menos un convertidor de señales que convierte los valores de medición registrados por este sensor. Las señales convertidas pueden aportarse a continuación a un multiplexor como el antes descrito. Si en el caso del convertidor de señales se trata de un convertidor A/D, el multiplexor puede ser un multiplexor digital. En una segunda variante posible, el convertidor de señales también puede disponerse entre un multiplexor, como el antes descrito, y el transmisor de datos. En este caso, el multiplexor puede ser un multiplexor analógico.

Al menos un cilindro puede contener un cuerpo de cilindro, descrito más adelante, y/o al menos un cilindro y/o al menos un receptor de energía y/o al menos un generador de energía. De este modo se puede conseguir un suministro de energía del al menos un sensor y/o al menos de un multiplexor y/o al menos de un convertidor de señales y/o del al menos un transmisor de datos y/o al menos de un transmisor de datos de un dispositivo de medición descrito a continuación. Especialmente puede tratarse de un receptor de energía inductiva. En esta variante, el receptor de energía puede presentar, por ejemplo, al menos una bobina receptora con cuya ayuda se puede acoplar inductivamente energía electromagnética. Alternativa o adicionalmente, el receptor de energía también puede configurarse para la recepción de energía lumínica. No obstante, alternativa o adicionalmente también es posible y se cumple en el marco de la invención que al menos un cilindro de molinda, especialmente ambos cilindros, contenga o contengan al menos una batería, especialmente recargable, con cuya ayuda se puede obtener el suministro de energía citado.

El generador de energía para la obtención de energía puede configurarse a partir del movimiento del cilindro. Por ejemplo, el generador de energía puede diseñarse para la obtención de energía a partir (i) de las diferencias térmicas dentro del cilindro, especialmente utilizando efectos termoeléctricos como, por ejemplo, el efecto Seebeck, el efecto Peltier o el efecto Thomson, por ejemplo, con la ayuda de un termopar, y/o (ii) de las vibraciones del cilindro, por ejemplo, con la ayuda de al menos un elemento piezoeléctrico y/o mecánicamente, y/o (iii) de la rotación del cilindro, por ejemplo, con la ayuda de al menos un elemento piezoeléctrico y/o mecánicamente. El cilindro puede contener tanto al menos un receptor de energía y/o al menos un generador de energía, como también al menos una batería recargable que el receptor de energía y/o el generador de energía puedan recargar.

Al menos un cilindro puede comprender al menos una placa de circuitos impresos (especialmente una placa de circuitos impresos MEMS) en la que se disponen el al menos un sensor y/o al menos un multiplexor y/o al menos un convertidor de señales y/o el al menos un transmisor de datos y/o al menos un receptor de energía y/o al menos un generador de energía. La placa de circuitos impresos puede contener líneas de medición a través de las cuales los sensores se conectan al multiplexor. Una placa de circuitos impresos como ésta tiene la ventaja de que los componentes mencionados pueden disponerse de manera muy compacta en la misma y que la placa de circuitos impresos puede fabricarse como un módulo separado y, al menos en algunos ejemplos de realización, puede reemplazarse de nuevo si es necesario. Alternativamente a una placa de circuitos impresos, los sensores también pueden conectarse al transmisor de datos y/o al multiplexor mediante un arnés de cables.

Al menos uno de los cilindros puede comprender un cuerpo de cilindro con al menos un orificio de recepción, así como al menos un dispositivo de medición que puede insertarse o que está insertado en el orificio de recepción especialmente de forma desmontable. La superficie perimetral del cuerpo de cilindro forma al menos una parte de la superficie perimetral del cilindro, especialmente toda la superficie perimetral del cilindro. El dispositivo de medición contiene al menos uno de los sensores del cilindro. El mismo puede contener además al menos un multiplexor y/o al menos un convertidor de señales. Esta estructura del cilindro de al menos dos partes también permite la fabricación de módulos separados. Especialmente si el dispositivo de medición se introduce de forma desmontable en el orificio de recepción, éste puede sustituirse fácilmente, por ejemplo, si es preciso limpiarlo o requiere mantenimiento o si está defectuoso.

El orificio de recepción puede, por ejemplo, estar formado fundamentalmente por una perforación cilíndrica que puede presentar un diámetro del orden de 5 mm a 40 mm, preferiblemente de 5 mm a 25 mm y con especial preferencia de 10 mm a 18 mm. Esta perforación puede extenderse fundamentalmente paralela a un eje de rotación del cuerpo de cilindro. Para poder determinar el estado de una superficie perimetral, el orificio de recepción se dispone

preferiblemente en una zona exterior del cuerpo de cilindro. El orificio de recepción puede encontrarse, por ejemplo, en una zona anular cilíndrica del cuerpo de cilindro.

5 El orificio de recepción puede extenderse fundamentalmente a lo largo de toda la longitud del cuerpo de cilindro en la dirección del eje de rotación, es decir, a lo largo de al menos el 50%, preferiblemente al menos el 70%, con especial preferencia hasta el 100% de toda la longitud del cuerpo de cilindro. De este modo, el estado del cilindro también puede determinarse fundamentalmente a lo largo de toda su longitud.

El dispositivo de medición puede configurarse en forma de varilla y presentar un eje longitudinal a lo largo del cual se disponen varios sensores, por ejemplo, sensores de temperatura.

10 El orificio de recepción también puede formarse, por ejemplo, en una superficie perimetral del cuerpo de cilindro. El mismo puede extenderse en especial fundamentalmente en la dirección radial del cuerpo de cilindro, es decir, fundamentalmente perpendicular a un eje de rotación del cuerpo de cilindro. Si un dispositivo de medición se inserta en un orificio de recepción de este tipo, resulta especialmente sencillo medir un estado de la superficie perimetral del cilindro, por ejemplo, una temperatura reinante en la superficie perimetral.

15 El cuerpo de cilindro puede contener tanto un orificio de recepción radial, formado en una superficie perimetral del cuerpo de cilindro y en el que se dispone al menos uno de los sensores, como también al menos un orificio de recepción axial, es decir, que se desarrolla paralelamente al eje de rotación, en el que se dispone la placa de circuitos impresos. Los sensores pueden conectarse a la placa de circuitos impresos o configurarse y disponerse relativamente con respecto a la placa de circuitos impresos de manera que puedan comunicarse con ésta sin contacto, por ejemplo, mediante ultrasonido, radiación infrarroja, acoplamiento inductivo, señales de radiofrecuencia o cualquier combinación de los mismos.

20 El dispositivo de medición puede configurarse como un perno con una rosca, y el orificio de recepción puede presentar una contrarrosca en la que se puede enroscar la rosca del perno. Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de medición puede configurarse como un perno con un primer elemento de cierre de bayoneta, y el orificio de recepción puede presentar un segundo elemento de cierre de bayoneta en el que se puede insertar el primer elemento de cierre de bayoneta del perno. El primer y/o el segundo elemento de cierre de bayoneta pueden presentar un seguro. Esta forma de realización como perno resulta especialmente adecuada si el perno contiene un sensor configurado como un sensor de desgaste, como un sensor de presión o como un sensor de temperatura.

25 El dispositivo de medición, especialmente el perno, puede presentar, por ejemplo, al menos un transmisor de datos adicional y un receptor de datos adicional. En este caso, el transmisor de datos del dispositivo de medición y el receptor de datos se configuran y disponen de manera que los datos de medición registrados por el sensor puedan transmitirse sin contacto de al menos un transmisor de datos adicional a al menos un receptor de datos adicional. Esto resulta especialmente ventajoso si el dispositivo de medición sólo se puede introducir de forma desmontable en el orificio de recepción; al insertarlo, no es necesario instalar ninguna conexión de cable, especialmente ninguna conexión de cable entre el dispositivo de medición y el cuerpo de cilindro.

30 La transmisión sin contacto desde el transmisor de datos adicional al receptor de datos adicional puede realizarse especialmente a través de un espacio interior del cuerpo de cilindro, especialmente a través de una cavidad del cuerpo de cilindro. Una transmisión a través de una cavidad sólo es ligeramente propensa a las interferencias y, además, sólo requiere una potencia de transmisión comparativamente baja. La transmisión sin contacto desde el transmisor de datos adicional a un receptor de datos adicional puede llevarse a cabo, por ejemplo, mediante radiación infrarroja, impulsos luminosos, señales de radiofrecuencia, acoplamiento inductivo o cualquier combinación de los mismos.

35 El dispositivo de medición, especialmente el perno, puede alimentarse con energía de forma inductiva y/o por medio de luz. Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de medición, especialmente el perno, puede contener un receptor de energía, como el antes descrito, y/o un generador de energía, como el antes descrito, configurado para la obtención de energía a partir del movimiento del cilindro, por ejemplo, a partir (i) de diferencias térmicas dentro del cilindro, especialmente utilizando los efectos termoeléctricos como, por ejemplo, el efecto Seebeck, el efecto Peltier o el efecto Thomson, por ejemplo, con la ayuda de un termopar, y/o (ii) de las vibraciones del cilindro, por ejemplo, con la ayuda de al menos un elemento piezoeléctrico y/o mecánicamente, y/o (iii) de la rotación del cilindro, por ejemplo, con la ayuda de al menos un elemento piezoeléctrico y/o mecánicamente.

40 Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de medición, especialmente el perno, puede presentar al menos una batería especialmente recargable. También alternativa o adicionalmente a un receptor de datos integrado en el cuerpo de cilindro, un sistema de procesamiento de productos que contiene el par de cilindros, especialmente una instalación de molienda que contiene el par de cilindros de molienda, también puede presentar un receptor de datos dispuesto fuera del cilindro. Un receptor de datos de este tipo puede configurarse en forma de varilla y extenderse especialmente perpendicular a un eje de rotación del cilindro.

45 Si están disponibles varios orificios de recepción, éstos pueden disponerse en diferentes posiciones a lo largo de un eje de rotación del cuerpo de cilindro y/o en diferentes ángulos alrededor de este eje de rotación. Cuanto más uniformemente estén distribuidos los orificios de recepción, más significativa es la información de los valores de medición registrados por los dispositivos de medición insertados en estos orificios de recepción. Preferiblemente, los orificios de recepción se disponen uniformemente en la dirección perimetral, con lo que se crea un equilibrio rotacional, de manera que no se requiera una compensación de otro modo necesaria.

60

El al menos un transmisor de datos y/o el receptor de datos y/o el receptor de energía y/o el generador de energía se disponen preferiblemente en un lado frontal de este(os) cilindro(s), especialmente en un lado frontal de un cuerpo de cilindro de este(os) cilindro(s). En un lado frontal como éste, el producto molido con el cilindro no impide, o apenas dificulta, la transmisión sin contacto de los valores de medición.

5 En una forma de realización, una placa de circuitos impresos como la ya descrita puede formar parte del dispositivo de medición. En este dispositivo de medición pueden disponerse el al menos un sensor y/o al menos un multiplexor (especialmente al menos un multiplexor como el antes descrito) y/o al menos un transmisor de señales (especialmente al menos un transmisor de señales como el antes descrito).

10 El cilindro puede contener al menos una memoria de datos, especialmente un chip RFID. En esta memoria de datos se graba o se puede grabar una identificación especialmente individual del cilindro. Alternativa o adicionalmente, en la memoria de datos se graba o se puede grabar al menos una propiedad del cilindro como, por ejemplo, al menos una de sus dimensiones y/o su bombeado. Los datos almacenados en la memoria de datos se transmiten preferiblemente también sin contacto. Con esta finalidad, el cilindro puede presentar un transmisor de datos. En este caso es posible imaginar que los datos de la memoria de datos se transmitan a través del mismo transmisor de datos, 15 mediante el cual, según la invención, se transmiten los valores de medición del al menos un sensor.

20 El dispositivo de medición puede, por ejemplo, insertarse de forma desmontable en un orificio de recepción de un cuerpo de cilindro de un par de cilindros. Especialmente, el orificio de recepción puede formarse en una superficie perimetral del cuerpo de cilindro. En el caso del cilindro puede tratarse de un cilindro de molienda de un par de cilindros de molienda como el antes descrito. En el caso del cuerpo de cilindro puede tratarse del cuerpo de cilindro de un cilindro de molienda de este tipo.

25 El dispositivo de medición presenta al menos un sensor para el registro de los valores de medición que caracterizan un estado del cilindro, especialmente un estado de una superficie perimetral del cilindro. Además, el dispositivo de medición puede presentar al menos un transmisor de datos para la transmisión de los valores de medición, especialmente sin contacto, a un receptor de datos. En una primera variante, los datos pueden transmitirse a un receptor de datos estacionario como el antes descrito. Sin embargo, en una segunda variante, los datos también pueden transmitirse a un receptor de datos como el antes descrito, especialmente a un receptor de datos adicional como el antes descrito o a un receptor de datos del cuerpo de cilindro.

30 El dispositivo de medición también puede contener un procesador de datos integrado, especialmente un microprocesador, una FPGA, un procesador PLC o un procesador RISC. Este procesador de datos puede, por ejemplo, seguir procesando los valores de medición registrados por el al menos un sensor y a continuación, opcionalmente, transmitirlos al transmisor de datos, especialmente si éste está contenido en el cilindro. Especialmente, el procesador de datos puede asumir la función del multiplexor antes descrito y/o del convertidor de señales antes descrito, ya sea completa o parcialmente. El microprocesador puede ser un componente de la placa de circuitos impresos también antes descrito. El microprocesador también puede asumir alternativa o adicionalmente al menos 35 una de las siguientes funciones: comunicación con al menos un sistema de bus de datos (especialmente la gestión de las direcciones IP); gestión de la memoria de las placas de circuitos impresos; control de los sistemas de gestión de energía, especialmente como los que se describen a continuación; gestión y/o almacenamiento de las características de identificación de(de los) cilindro(s) como, por ejemplo, los datos geométricos y el historial de los cilindros; gestión de los protocolos de interfaz; funcionalidades inalámbricas.

40 Además, el dispositivo de medición, especialmente la placa de circuitos impresos, puede disponer de un sistema de gestión de energía capaz de realizar una, varias o todas las siguientes funciones: (i) transmisión regular, especialmente periódica, de los valores de medición desde el transmisor de datos; (ii) transmisión de los valores de medición desde el transmisor de datos sólo en caso de darse una condición predeterminada, especialmente si se cumple un criterio de advertencia que se describe más adelante; (iii) carga y descarga regular, especialmente periódica, de un condensador o de un acumulador de energía. 45

La instalación de procesamiento de productos para el procesamiento de un producto, especialmente la instalación de molienda para la molienda de material a moler, contiene al menos un par de cilindros como el antes descrito, especialmente un par de cilindros de molienda. Entre los cilindros del par de cilindros se forma una hendidura. Especialmente, entre los cilindros de molienda de un par de cilindros de molienda se forma una hendidura de molienda. 50 En el marco de la invención sólo se debe configurar uno de los dos cilindros del par de cilindros; no obstante, la invención también incluye formas de realización en las que ambos cilindros del par de cilindros se configuran según la invención, es decir, al menos un sensor como el antes descrito y opcionalmente al menos un transmisor de datos como el antes descrito. Especialmente en caso de molienda de material a moler, este material a moler se guía fundamentalmente de forma vertical hacia abajo a través de una hendidura de molienda como ésta. Además, 55 especialmente en caso de molienda de material a moler, este material a moler se aporta preferiblemente a los cilindros de molienda por medio de su fuerza de gravedad, siendo posible apoyar esta aportación opcionalmente de forma neumática. El producto, especialmente el material a granel, especialmente el material a moler, puede ser granulado y moverse a través de la hendidura de molienda como una corriente de fluido. Especialmente cuando se refinan masas como las masas de chocolate o las masas de azúcar, esta masa se puede guiar alternativamente de abajo arriba a través de la hendidura formada entre los cilindros. 60

En resumen, el dispositivo de medición puede contener (i) al menos un convertidor de señales, y/o (ii) configurarse como un perno con una rosca que se puede enroscar en una contrarrosca del orificio de recepción del cuerpo de cilindro, y/o (iii) configurarse como un perno con un primer elemento de cierre de bayoneta que se puede insertar en un segundo elemento de cierre de bayoneta del orificio de recepción del cuerpo de cilindro, y/o (iv) contener al menos una placa de circuitos impresos en la que se disponen el al menos un sensor y/o al menos un multiplexor, y/o (v) al menos un convertidor de señales, y/o (vi) al menos un sensor configurado como un sensor de temperatura, estando disponibles preferiblemente varios sensores de temperatura dispuestos a lo largo de un eje de rotación del cilindro para poder determinar un perfil de temperatura a lo largo de esta dirección, y/o (vii) al menos un sensor configurado como un sensor de presión, y/o (viii) al menos un sensor configurado como un sensor de fuerza (para la determinación del(de los) componente(s) de fuerza en una o varias direcciones), y/o (ix) al menos un sensor configurado como un sensor de desgaste, y/o (x) al menos un sensor configurado como un sensor de vibración, especialmente para la determinación de un devanado, es decir, una adhesión del producto procesado a la superficie perimetral del cilindro, lo que dificulta el procesamiento, especialmente la molienda, en esta posición, y/o (xi) al menos un sensor configurado como un sensor de deformación (para la determinación de una extensión y/o de un recorrido de desviación) y/o (xii) al menos un sensor configurado como un sensor de velocidad de giro, especialmente para la determinación de una parada del cilindro, y/o (xiii) al menos un sensor configurado para la determinación de una humedad ambiental y dispuesto preferiblemente en un lado frontal del cilindro, y/o (xiv) al menos un sensor configurado como un sensor giroscópico para la determinación de la posición y/o la orientación del cilindro, especialmente para la determinación de la anchura de una hendidura entre los dos cilindros del par de cilindros, que depende de la posición y/o de la orientación, así como del paralelismo de los cilindros, y/o (xv) al menos un sensor para la determinación de la anchura de una hendidura entre los dos cilindros del par de cilindros, especialmente una hendidura de molienda entre los dos cilindros de molienda del par de cilindros de molienda, por ejemplo, un sensor, especialmente un sensor MEMS, dispuesto en un lado frontal del cilindro.

El dispositivo de medición puede contener en o fuera de al menos un orificio final del orificio de recepción al menos un transmisor de datos para la transmisión especialmente sin contacto de los valores de medición a un receptor de datos.

La invención se refiere, por ejemplo, a instalaciones de procesamiento de productos, especialmente instalaciones de molienda para la molienda de material a moler. La instalación de procesamiento de productos contiene al menos un par de cilindros como el antes descrito. La instalación de procesamiento de productos puede presentar adicionalmente al menos un receptor de datos, especialmente estacionario, para la recepción de los valores de medición transmitidos por el transmisor de datos de al menos uno de los cilindros, especialmente de ambos cilindros, del par de cilindros. Con una instalación de procesamiento de productos de este tipo se pueden lograr las ventajas ya descritas anteriormente. Especialmente, si la instalación de molienda contiene varios pares de cilindros diferentes a los que se aporta el producto desde la misma entrada de producto, puede resultar ventajoso configurar según la invención sólo uno de los pares de cilindros.

En el caso de la instalación de molienda puede tratarse, por ejemplo, de un solo molino de cilindros de un molino de grano o también de un molino de grano entero con al menos un molino de cilindros, conteniendo al menos un molino de cilindros al menos un cilindro de molienda como el antes descrito. Sin embargo, la instalación de procesamiento de productos también puede configurarse como (i) un molino de descascarillado para el descascarillado de material a granel, especialmente de cereales, productos de molienda de cereales y productos finales de cereales de molienda o de molienda especial como se ha explicado anteriormente, (ii) un molino de cilindros o un molino de laminación para la producción de chocolate, especialmente un laminador desbastador con, por ejemplo, dos o cinco cilindros, especialmente dos o cinco cilindros finos, o un laminador final fino, (iii) un laminador para la molienda en mojado y/o la dispersión, por ejemplo, de tintas de impresión, recubrimientos, materiales electrónicos o productos químicos, especialmente productos químicos puros, especialmente un laminador de tres cilindros.

La invención también se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de una instalación de procesamiento de productos como la antes descrita, especialmente de una instalación de molienda como la antes descrita. El procedimiento comprende un paso en el que, con el receptor de datos de la instalación de procesamiento de productos se reciben los valores de medición, transmitidos por un transmisor de datos, de al menos uno de los cilindros, especialmente de ambos cilindros, del par de cilindros. A continuación, los datos así recibidos se procesan y evalúan. A estos efectos, dichos datos pueden aportarse a una unidad de control de la instalación de procesamiento de productos, especialmente a la instalación de molienda, desde donde se pueden transmitir a un sistema de control opcional de orden superior. Con la ayuda de la unidad de control y/o del sistema de control se puede controlar y/o regular toda la instalación de procesamiento de productos, especialmente toda la instalación de molienda, o una parte de la misma.

La unidad de control puede emitir, por ejemplo, un mensaje de aviso si se cumple un criterio de advertencia preestablecido. El criterio de advertencia puede consistir, por ejemplo, en que el valor de medición de al menos uno de los sensores rebase un valor límite preestablecido para este sensor. En otra variante, el criterio de advertencia puede consistir en que la diferencia entre el valor de medición más alto y el valor de medición más bajo, medida por un número preestablecido de sensores, rebase un valor límite preestablecido.

Si se cumple el criterio de advertencia, se puede emitir una señal de advertencia (por ejemplo, óptica y/o acústica) y/o se puede detener la instalación de procesamiento de productos (por ejemplo, por medio de la unidad de control).

Además, la unidad de control puede visualizar los valores de medición registrados por al menos un sensor o los datos obtenidos a partir de los mismos.

La instalación de procesamiento de productos puede contener, flujo abajo del producto del par de cilindros según la invención, al menos un dispositivo para la medición del tamaño de partícula y su distribución. De este modo, la medición del tamaño de partícula y su distribución puede combinarse, por ejemplo, con una medición del estado de desgaste y/o de la presión de contacto del cilindro. Esto resulta especialmente ventajoso si el cilindro, especialmente el cilindro de molienda, es un cilindro estriado. Alternativa o adicionalmente, flujo abajo del producto del cilindro según la invención, especialmente del cilindro de molienda según la invención, se puede disponer también un dispositivo para la medición NIR del flujo de producto, especialmente del flujo de material a moler. Esto resulta especialmente ventajoso si, en el caso de los cilindros, especialmente de los cilindros de molienda, se trata de cilindros lisos. Ambas variantes permiten una planificación previa del mantenimiento gracias a la detección del estado de desgaste.

Según la invención, la temperatura de la superficie de al menos un cilindro de un molino de cilindros y/o de un dispositivo de molienda y/o la temperatura de un producto a moler se miden o determinan concretamente con al menos dos sondas o sensores de temperatura que, como se ha descrito antes, miden la temperatura en diferentes puntos del al menos un cilindro o de la cortina de producto. De acuerdo con la instalación de procesamiento de productos según la invención, es posible registrar y supervisar la temperatura donde se genera, en concreto, en la superficie de los cilindros. De acuerdo con el procedimiento según la invención, el registro y la supervisión de la temperatura se lleva a cabo durante el procedimiento de molienda. Se registra y supervisa la temperatura de la superficie del al menos un cilindro, siendo posible supervisar adicionalmente la temperatura del producto a moler, dado que el cilindro transfiere calor al producto a moler, pudiéndose sacar conclusiones sobre la temperatura de los cilindros de molienda a través de la medición de la temperatura del producto a moler.

Con la instalación de procesamiento de productos según la invención es posible supervisar objetivamente la distribución de la temperatura de los cilindros de molienda de forma continua durante el proceso de molienda de, por ejemplo, un lote de productos.

En este caso se pueden medir y supervisar otros parámetros. Por ejemplo, en la supervisión se puede incluir adicionalmente la temperatura del espacio interior de la carcasa del molino de cilindros y/o la temperatura ambiente, es decir, la temperatura exterior, dado que estos valores de temperatura influyen en la temperatura de los cilindros de molienda. Con la supervisión y el control de la temperatura de las superficies de cilindro es posible diseñar y controlar óptimamente el trabajo de los cilindros y el funcionamiento de los cilindros. Si se registran diferentes valores de temperatura a lo largo de la anchura del al menos un cilindro y/o de la cortina de producto, los cilindros se reajustan entre sí por medio de la unidad de control antes mencionada con un dispositivo de regulación correspondiente. En este proceso se puede regular, por ejemplo, la presión de contacto y, por otra parte, la hendidura de molienda.

Cuanto más alta es la presión de contacto, mayor es la demanda energética, es decir, el consumo de kilovatios. En caso de una mayor presión de contacto, se genera más energía de trituración que se transfiere en parte como calor al producto a triturar y también al material de laminado. Esto significa que la temperatura en el espacio interior del molino de cilindros o de una máquina similar también aumenta. Si la cortina de producto es uniforme, el trabajo de molienda se puede optimizar con la ayuda de la temperatura que se ajusta en la superficie del cilindro y, según la invención, se registra con sensores de temperatura, modificándose una temperatura óptima asignada al producto a procesar con la ayuda de la presión de contacto y/o del ajuste de la hendidura de molienda. Esta variación puede realizarse tanto manualmente, como también de forma totalmente automática con la ayuda de un ordenador y/o de un sistema de control, por ejemplo, un control SPS (control autoprogramable) o también un control PLC (control lógico programable) (dispositivo de regulación).

Como ya se ha explicado, hay diferentes temperaturas óptimas para los diferentes productos a procesar. Por ejemplo, el arroz se muele con cilindros fríos, mientras que el trigo puede molerse a temperaturas mucho más altas. El término "grano" incluye frutas con cáscara dura o blanda, como granos de cereales, legumbres, maíz, arroz, también arroz con cáscara y similares, también granos, como granos de café, granos de cacao o similares. Como ya se ha explicado, según la invención, todos los tipos de cilindros, es decir, las superficies de los cilindros, se pueden controlar en cuanto a la temperatura. Éstos pueden ser cilindros estriados, cilindros lisos o también cilindros mixtos estriados/lisos.

Se lleva a cabo una medición de la temperatura en al menos dos puntos de las superficies de los cilindros y/o de la cortina de producto por debajo de los cilindros. Según la invención, los sensores de temperatura se disponen en las dos zonas laterales de los cilindros o de la cortina de producto. También es posible realizar la medición de la temperatura en varios puntos. Si se prevén tres sensores de temperatura, éstos se disponen ventajosamente en ambas zonas laterales y aproximadamente en el centro de los cilindros o de la cortina de producto. Una distinta distribución de la temperatura de las superficies de los cilindros se debe por regla general a una diferente trituración del material a moler. Si, por ejemplo, dos cilindros no se ajustan paralelamente el uno al otro, la temperatura aumenta más en la zona en la que la hendidura de molienda es menor, mientras que la temperatura no aumenta o no aumenta tanto en la zona en la que la hendidura de molienda es mayor. Según la invención, estas diferencias de temperatura se determinan en la superficie del cilindro, de manera que pueda ajustarse el paralelismo de los cilindros. Hay que añadir que también es posible ajustar los cilindros paralelamente y medir, sin embargo, una distribución desigual de la temperatura en la superficie del cilindro. En este caso, se debe controlar la entrada del material a moler en el molino de cilindros. En caso de una entrada desigual, la temperatura de la superficie del cilindro es mayor en la zona en la que se aporta más material que en la zona en la que se aporta menos material.

Mediante la automatización y la optimización y supervisión controladas por el sistema, el sistema y el procedimiento según la invención tienen la ventaja de que el funcionamiento de un molino es más seguro. Por una parte, ya no es necesario que el molinero o el empleado controlen manualmente la distribución de la temperatura de los cilindros mientras los cilindros están en funcionamiento. Este control con los cilindros en funcionamiento no está exento de peligro. Para el control según la invención, ya no es necesario abrir la carcasa del molino de cilindros durante el proceso de molienda. Otro aspecto de seguridad consiste en que el registro de la temperatura según la invención permite observar en cualquier momento un aumento brusco de la temperatura. Se produce un aumento brusco de la temperatura cuando los cilindros con el material de laminado, por ejemplo, acero sobre acero, caucho sobre caucho, hierro fundido sobre hierro fundido, plástico sobre plástico, porcelana sobre porcelana, piedra sobre piedra y así sucesivamente, se desarrollan directamente unos hacia otros. En este caso es posible, en un tiempo muy corto, aumentar la hendidura de molienda mediante el dispositivo de regulación hasta una posición de seguridad o incluso llevar a cabo una parada rápida. Con el sistema y el procedimiento según la invención también es posible comprobar la calidad de las superficies de los cilindros de molienda. Una temperatura demasiado alta puede indicar que las superficies de los cilindros de molienda ya no están en orden. Esto se puede comprobar en base al producto a moler. Si el producto a moler está bien, pero la temperatura de los cilindros es demasiado alta, esto significa que la superficie de los cilindros ya no está en orden. En este caso, por ejemplo, las estrías se han desgastado, es decir, el cilindro es demasiado liso. Con el procedimiento según la invención es posible una optimización del proceso de producción y del funcionamiento de la instalación de producción mediante posibilidades de control sencillas y mediante valores preestablecidos obtenidos, por ejemplo, de ensayos. El dispositivo de medición según la invención puede funcionar de forma totalmente automática, es decir, un dispositivo de control, por ejemplo, consulta los puntos de medición. El dispositivo de medición también se puede transportar manualmente de un punto de medición a otro. Como se ha descrito, para el registro de la temperatura pueden utilizarse especialmente dispositivos adicionales de medición de la temperatura por infrarrojos. En este caso es posible una medición sin contacto de temperaturas en rangos de temperatura muy grandes. Según la invención, el sistema de medición por infrarrojos se utiliza cuando se deben medir las temperaturas de materiales peligrosos, de difícil acceso y en movimiento, concretamente los cilindros de molienda, sin riesgo de quemaduras, aplastamiento y contaminación.

Las temperaturas de la superficie de los cilindros dependen del patrón de flujo, del material de los cilindros, del estado de los cilindros, del estriado de los cilindros, de la calidad del producto, de la realización del almacenamiento, de la temperatura ambiente, etc. En relación con el control del consumo de energía, la supervisión de los distintos pasos de molienda y/o de una instalación de molienda completa puede llevarse a cabo más fácilmente. El control es más sencillo especialmente para el personal sin experiencia. Una ventaja fundamental de la invención consiste en que la temperatura se mide en el lugar en el que se genera, concretamente en la superficie de los cilindros de molienda. La medición de la temperatura del producto debería proporcionar aproximadamente el mismo valor.

La medición controlada por el sistema y la evaluación en la que se comprueba si los cilindros están situados paralelamente entre sí y, por lo tanto, si presentan la línea de molienda óptima, tienen la ventaja adicional de que, si un operario de instalación utiliza el sistema y el procedimiento según la invención en las máquinas de molienda, se puede producir un aumento considerable de la eficiencia de la molienda. Además, el sistema según la invención es económico en comparación con el dispositivo de medición del tamaño de partícula. En comparación con la varilla de temperatura actual montada sobre los cilindros, el sistema según la invención (i) es más rápido en la reacción, dado que el sistema está integrado directamente en el cilindro, (ii) es dos veces más rentable, (iii) es seguro para los alimentos, y (iv) puede integrar más funciones (como la posibilidad de la identificación única del cilindro y el estado de desgaste, etc.).

Como variante de realización, el sistema según la invención también puede instalarse en el agujero de compensación ya existente en cada cilindro. El mismo se compone de la unidad transmisora, del microprocesador, de la batería, de un sensor de temperatura y de un sensor de vibración. Mediante extrapolación y el correspondiente modelo de calentamiento del cilindro es posible estimar la temperatura del cilindro, por ejemplo, en el centro. Esta estimación es cualitativamente mejor si se utilizan dos sistemas (izquierda/derecha). En esta variante, el agujero de compensación ya disponible actualmente se perfora por completo o casi por completo. El sistema de sensores se aloja en este agujero. Los sensores de temperatura se distribuyen a lo largo del cilindro, alineándose con la superficie. Si el paso (es decir, la guía del producto, que normalmente incluye la molienda y el cribado) presenta una hendidura diferente a la izquierda o a la derecha, el cilindro se calienta de forma diferente. Los sensores de temperatura pueden detectar rápidamente esta diferencia. Los valores de temperatura se envían regularmente de forma inalámbrica al control de la máquina o directamente a la unidad de control y/o a una nube de IO y se evalúan. Los algoritmos evalúan los datos actuales y recomiendan al operario de la instalación cómo debería cambiar la hendidura para que los cilindros se posicionen de manera óptima unos respecto a otros, o bien señalizan al dispositivo de regulación mencionado, por medio de los correspondientes comandos de control, cómo cambiar el ajuste del cilindro.

Los sistemas de sensores instalados en los cilindros pueden, por ejemplo, estar equipados con un chip Bluetooth de baja energía para la transmisión inalámbrica de datos de temperatura y vibración y tiempo de funcionamiento. El chip BLE permite una identificación única de cilindro que puede almacenarse en una base de datos central a través de internet. El número único de cilindro es también el primer parámetro de los valores asociados al cilindro, como el tipo de cilindro, el bombeado y la temperatura máxima del cilindro. Los valores forman un conjunto completo de datos de los cilindros que permite al proveedor de la instalación suministrar o sustituir rápidamente los cilindros correctos en

caso de un servicio. Además, un proveedor de instalación correspondiente también puede hacer una oferta específica, ya que el estado del cilindro también se conoce por los algoritmos correspondientes.

5 Para la compensación del desarrollo de la temperatura dentro de un cilindro, éste se puede fabricar con un bombeado para que muele eficientemente en cada sección (izquierda/centro/derecha) en el estado calentado. Mediante los sensores de temperatura distribuidos por toda la longitud del cilindro puede determinarse si el bombeado se ha realizado demasiado fuerte o demasiado débil (funcionamiento hueco). El sistema puede comunicar al operario de la instalación, mediante los algoritmos apropiados, cuál es el bombeado más adecuado para el tipo de operación o su producto más común.

10 La evaluación de la hendidura de cilindro tiene lugar por medio de la medición de la temperatura. El desarrollo de la temperatura es una función de la presión de contacto de los cilindros. Además, el sistema permite comprobar a distancia si un cilindro está peligrosamente caliente y avisar al operario mediante una llamada de emergencia/SMS o, por ejemplo, apagar automáticamente la instalación.

15 La evaluación del estado del cilindro con respecto al desgaste tiene lugar por medio de una medición de la temperatura y de las vibraciones, así como de otros valores como el tiempo de funcionamiento del cilindro, el consumo de corriente del motor de accionamiento del cilindro, la frecuencia del producto procesado (suave/medio/duro). Un algoritmo de la unidad de control, que contiene los parámetros de desgaste citados, calcula el estado actual del cilindro. De este modo, la unidad de control o el operario de la instalación pueden iniciar a tiempo un cambio de cilindros/servicio. Esto influye en la eficiencia de molienda general y en la eficiencia energética. Los cilindros desgastados se guían más profundamente, absorbiéndose así más energía, lo que se refleja en los costes de funcionamiento.

20

Lista de referencias

- 1/1' Primer cilindro de un par de cilindros de molienda
- 1a Parámetros de medición del cilindro
 - 1a1 Temperatura del cilindro
 - 25 1a11 Valor real
 - 1a12 Valor teórico
 - 1a13 Gradiente de temperatura
 - 1a2 Vibración
 - 1a3 Aceleración/Desaceleración
 - 30 1a4 Vida útil restante del cilindro 1/1'
 - 1a5 Parámetros de desgaste
 - 1a6 Forma de cilindro
 - 1a7 Torsión del cilindro
 - 1a8 Número de estrías
 - 35 1b Elementos de identificación/RFID
 - 1b1 Número de cilindros
 - 1b2 Identificación de estría/Tipo de estría
 - 2/2' Sensores
 - 2a Sensor de temperatura
 - 40 2b Sensor de vibración
 - 2c Acelerómetro
 - 2d Sensor de presión
 - 2e Sensor de fuerza
 - 2f Sensor de desgaste
 - 45 2g Sensor de deformación
 - 3 Superficie perimetral del cilindro de molienda 1
 - 4/4' Transmisor de datos

ES 2 820 860 T3

	5/5'	Receptor de datos
	6/6'	Multiplexor
	7/7'	Convertidor de señales
	8/8'	Placa de circuitos impresos
5	9/9'	Receptor de energía, generador de energía
	10/10'	Cuerpo de cilindro
	11/11'	Orificio de recepción
	12/12'	Dispositivo de medición
	13'	Rosca del dispositivo de medición 12' configurado como perno
10	14'	Contrarrosca del orificio de recepción 11'
	17'	Espacio interior o cavidad del cuerpo de cilindro 10'
	18/18'	Instalación de molienda
	181	Parámetros de funcionamiento de la instalación de molienda
	1811	Ajuste de cilindro
15	18111	Anchura de hendidura del par de cilindros/distancia entre cilindros
	18112	Número de revoluciones
	18113	Indicador de diagnóstico para el devanado
	18114	Paralelismo de los cilindros
	1812	Consumo de energía
20	19	Segundo cilindro de molienda
	20	Lado frontal o extremo distal del cilindro de molienda
	21	Imán para el acoplamiento inductivo
	22	Línea entre el receptor de datos 5/5' y la unidad de control 23
	23	Unidad de control, dispositivo de control
25	231	Dispositivo de regulación
	232	Dispositivo de alarma
	2321	Activador de alarma
	2322	Parámetros de activación de alarma
	2323	Interruptor de alarma
30	233	Dispositivo de apagado
	2331	Activador de apagado
	2332	Parámetros de activación del apagado
	2333	Interruptor de apagado
	24	Elementos de visualización de la unidad de control 23
35	25	Línea adicional
	26	Sistema de control de orden superior opcional
	27	Posición del cilindro de molienda con funcionamiento en seco
	28	Instalación de procesamiento de productos adaptivo con optimización automática
	29	Cable/Bus de datos
40	30	Enchufe
	31	Microprocesador
	32	Acumulador de energía

- 33 Par de cilindros
- 34 Dispositivo para el aprendizaje automático
- 341 Unidad de supervisión
- 342 Unidad de aprendizaje

5

REIVINDICACIONES

- 5 1. Instalación de procesamiento de productos con optimización y adaptación automáticas (28) con una instalación de molienda (18) que contiene al menos un par de cilindros (33), comprendiendo el par de cilindros (33) dos cilindros (1/1', 19) para el procesamiento de un producto y conteniendo al menos uno de los cilindros (1/1') varios sensores (2/2') para el registro de valores de medición que caracterizan un estado del al menos un cilindro (1/1'), insertándose un dispositivo de medición (12/12') en un orificio de recepción (11/11') de un cuerpo de cilindro (10/10') del al menos un cilindro (1/1') del par de cilindros (33) para el procesamiento de un producto, presentando el dispositivo de medición (12/12') al menos uno de los sensores (2/2') para el registro de valores de medición que caracterizan un estado del cilindro (1/1'), recibándose con un receptor de datos (5/5') de una unidad de control (23) de la instalación de procesamiento de productos (28) valores de medición del al menos un cilindro (1/1') del par de cilindros (33) procedentes de un transmisor de datos (4/4') del dispositivo de medición (12/12'), caracterizada por que mediante elementos de identificación (1b) montados en el al menos un cilindro (1, 1') se puede identificar con la unidad de control (23) de forma inequívoca, en base a datos almacenados electrónicamente del elemento de identificación (1b), al menos un tipo de cilindro (1, 1') y/o una identificación individual del cilindro, por que los sensores (2/2') comprenden al menos dos o más sensores de temperatura (2a) dispuestos a lo largo del eje de rotación del al menos un cilindro (1, 1') para la determinación de un perfil de temperatura o de un gradiente de temperatura del cilindro (1/1') a lo largo de esta dirección, siendo posible transmitir los valores de temperatura de los sensores de temperatura (2a) y/o el perfil de temperatura y/o el gradiente de temperatura a la unidad de control, por que los sensores (2/2') de al menos uno de los cilindros (1/1') comprenden, además de los dos o más sensores de temperatura (2a), un sensor de vibración (2b) para la detección de vibraciones (1a2) y/o un acelerómetro (2c) para la supervisión del número de revoluciones (18111) y/o de las aceleraciones/desaceleraciones (1a3) del cilindro (1/1'), y por que la unidad de control (23), para la generación y el pronóstico de una vida útil restante (1a4) del cilindro (1/1') y/o de los parámetros de desgaste (1a5) y/o de los parámetros de funcionamiento (181), comprende una unidad de aprendizaje automático (34), pudiéndose optimizar automáticamente el funcionamiento del cilindro y la anchura de la hendidura (18111) entre los dos cilindros (1/1', 19) del par de cilindros (33) y/o el paralelismo (18114) de los cilindros (1/1', 19) por medio de la unidad de control (23) y/o de un dispositivo de regulación (231) conectado a la unidad de control (23) en base a los valores de medición recibidos mediante la unidad de aprendizaje automático (34).
- 10 2. Instalación de procesamiento de productos adaptiva con optimización automática según la reivindicación 1, comprendiendo el al menos un cilindro (1/1') el transmisor de datos (4/4'), un microprocesador, un acumulador de energía, los al menos dos sensores de temperatura (2a) y el sensor de vibración (2b).
- 15 3. Instalación de procesamiento de productos adaptiva con optimización automática según una de las reivindicaciones 1 o 2, comprendiendo el al menos un cilindro (1/1') en la zona de sus extremos distales respectivamente un dispositivo de medición (12/12') con un sensor de temperatura (2a), siendo posible medir, por medio de los al menos dos sensores de temperatura (2a) de los respectivos extremos distales, un gradiente de temperatura para el cilindro (1/1').
- 20 4. Instalación de procesamiento de productos adaptiva con optimización automática (28) según una de las reivindicaciones 1 a 3, midiendo la unidad de control (23), por medio de los al menos dos sensores de temperatura (2a), un gradiente de temperatura (1a13) a lo largo del cilindro (1/1') que se transmite a la unidad de control (23) y corrigiéndose y optimizándose automáticamente, por medio del dispositivo de control (23), la distancia y/o el paralelismo del par de cilindros (1/1') en base al gradiente de temperatura medido (1a13).
- 25 5. Instalación de procesamiento de productos adaptiva con optimización automática (28) según una de las reivindicaciones 1 a 4, identificando la unidad de control (23) de forma inequívoca el cilindro (1/1') mediante RFID u otros elementos de identificación (1b) montados en el cilindro (1/1') y en base a datos almacenados electrónicamente del elemento de identificación (1b), asignándose a una identificación del cilindro (1/1') al menos un número de cilindro (1b1) y/o una identificación de estría (1b2).
- 30 6. Instalación de procesamiento de productos adaptiva con optimización automática según una de las reivindicaciones 1 a 5, midiéndose y supervisándose de forma continua, por medio de la unidad de control (23), la temperatura de cilindro (1a1) con los al menos dos sensores (2a).
- 35 7. Instalación de procesamiento de productos adaptiva con optimización automática según una de las reivindicaciones 1 a 6, comprendiendo el cilindro (1/1') una etiqueta RFID con al menos dos sensores de temperatura (2a), el sensor de aceleración (2c) y el sensor de vibración (2b), generando la unidad de control (23), en base a los datos de medición de los sensores (2/2'), parámetros relativos a la vida útil restante (1a4) del cilindro (1/1') y/o parámetros de desgaste (1a5) y/o parámetros de funcionamiento (181), y/o el número de revoluciones (18112) y/o las aceleraciones/desaceleraciones (1a3) del cilindro (1/1') y/o la forma del cilindro (1a6) y/o el número de estrías (1a8) del cilindro (1,1').
- 40 8. Instalación de procesamiento de productos adaptiva con optimización automática según la reivindicación 7, comprendiendo los parámetros de desgaste (1a5) y/o los parámetros de funcionamiento (181) indicadores de diagnóstico para los devanados (18113) u otra modificación mecánica del cilindro (1/1').
- 45 50 55 60 65

- 5 9. Instalación de procesamiento de productos adaptiva con optimización automática (28) según una de las reivindicaciones 7 u 8, comprendiendo la unidad de control (23), para la generación y el pronóstico de la vida útil restante (1a4) del cilindro (1/1') y/o de los parámetros de desgaste (1a5) y/o de los parámetros de funcionamiento, la unidad de aprendizaje automático (34), por medio de la cual se pueden optimizar, a través de la generación de señales en el dispositivo de regulación (231), el funcionamiento y el mantenimiento de forma automáticamente adaptiva al menos con respecto a la forma (1a6) y/o a la torsión (1a7) y/o al número de estrías (1a8) del cilindro (1/1').
- 10 10. Instalación de procesamiento de productos adaptiva con optimización automática (28) según una de las reivindicaciones 1 a 9, llevando a cabo la unidad de control (23) y/o un dispositivo de regulación (231) conectado a la unidad de control (23) la optimización del funcionamiento del par de cilindros (33) y/o el paralelismo (18114) de los cilindros (1/1', 19) en base a los valores de medición recibidos por medio de la unidad de aprendizaje automático (34), comprendiendo la unidad de aprendizaje automático (34) una unidad de supervisión (341) para la supervisión de los valores de medición recibidos y una unidad de aprendizaje (342) y registrando temporalmente la unidad de supervisión (341) la temperatura (1a1) durante el tiempo de un calentamiento con el valor real (1a11) y el valor teórico (1a12) de la temperatura (1a1), la anchura de hendidura (18111) y/o el número de revoluciones (18111) y/o los devanados (18113) y/o el paralelismo del cilindro (18114) y ejecutando la unidad de aprendizaje (342) el proceso de aprendizaje mediante la combinación del valor real (1a11) y el valor teórico (1a12) de la temperatura (1a1) durante el tiempo (t1, t2, t3, ...), de la anchura de hendidura (18111) y/o del número de revoluciones (18112) y/o de los devanados (18113) y/o del paralelismo del cilindro (18114).
- 15 11. Instalación de procesamiento de productos adaptiva con optimización automática (28) según una de las reivindicaciones 1 a 10, comprendiendo el cilindro de molienda 1, 1' al menos un receptor de energía (9, 9') y/o un acumulador de energía para un suministro de energía del sensor (2, 2').
- 20 25 12. Instalación de procesamiento de productos adaptiva con optimización automática (28) según una de las reivindicaciones 1 a 10, realizándose el al menos un receptor de energía (9, 9') como un receptor de energía inductivo (9, 9'), pudiéndose transferir de forma inalámbrica energía eléctrica a través de un campo electromagnético desde un transmisor de la instalación de molienda (18/18') al receptor de energía (9, 9') en el cilindro.
- 30 35 13. Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de procesamiento de productos (28) según una de las reivindicaciones 1 a 12, recibándose con el receptor de datos (5/5') de la instalación de procesamiento de productos (28) valores de medición, transmitidos por un transmisor de datos (4/4'), al menos de uno de los cilindros (1/1') del par de cilindros (33), y optimizándose el funcionamiento de la instalación de procesamiento de productos (28), en base a los valores de medición transmitidos, por medio de una estructura de autoaprendizaje de la unidad de aprendizaje automático (34) al menos con respecto a la forma (1a6) y/o a la torsión (1a7) y/o al número de estrías (1a8) del cilindro (1/1').

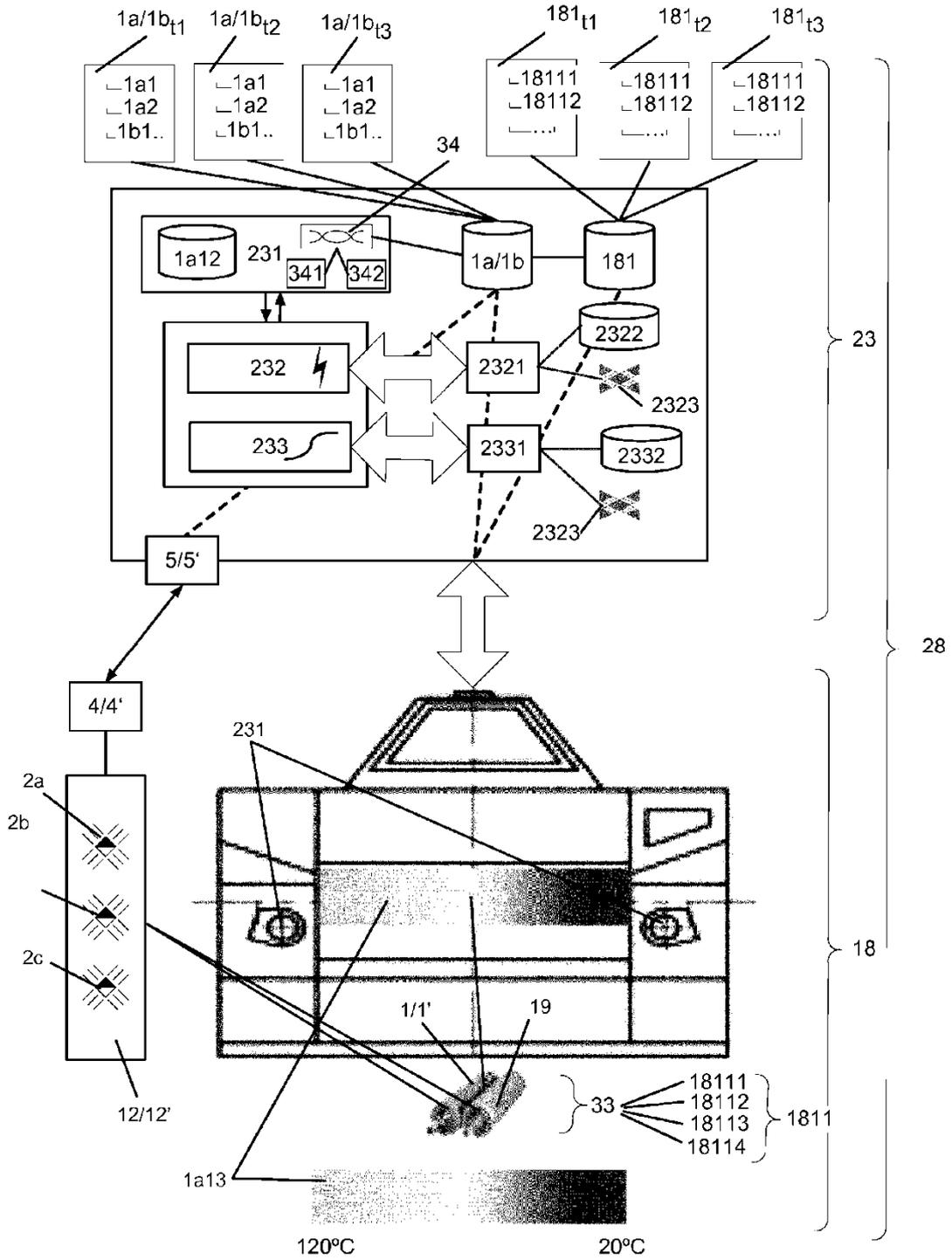


Fig. 1

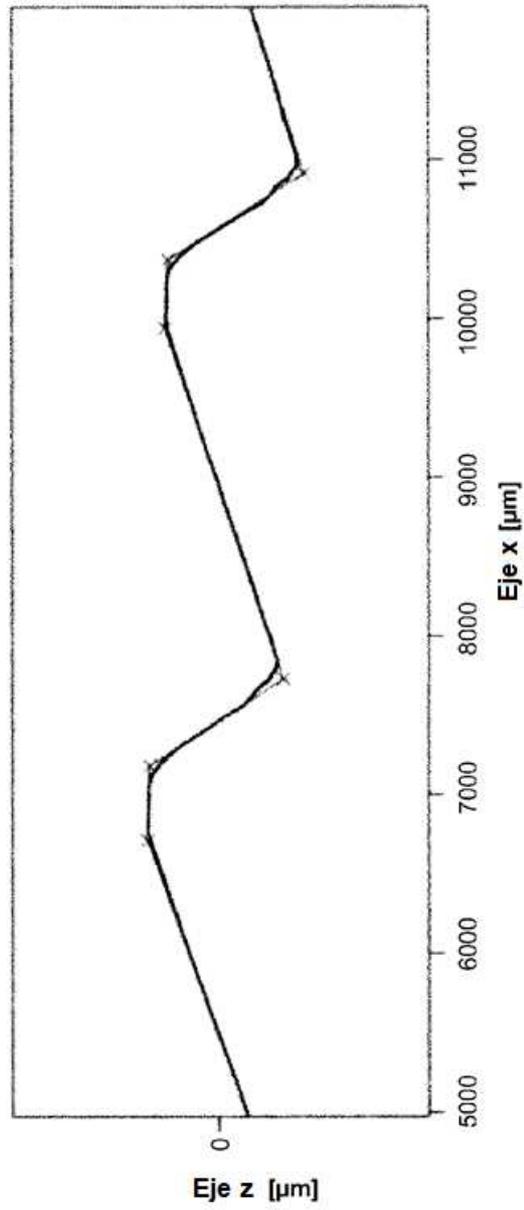


Fig. 2

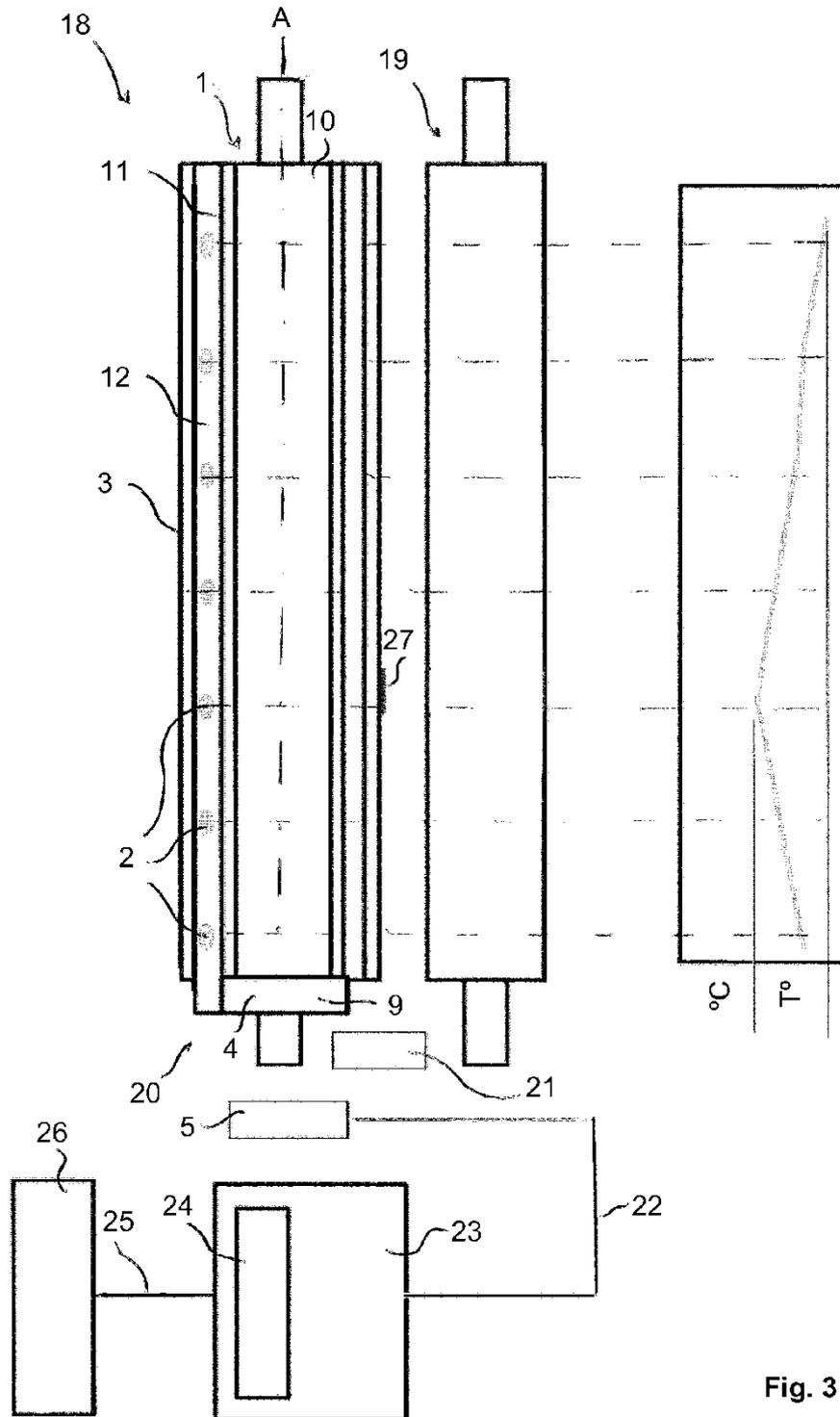
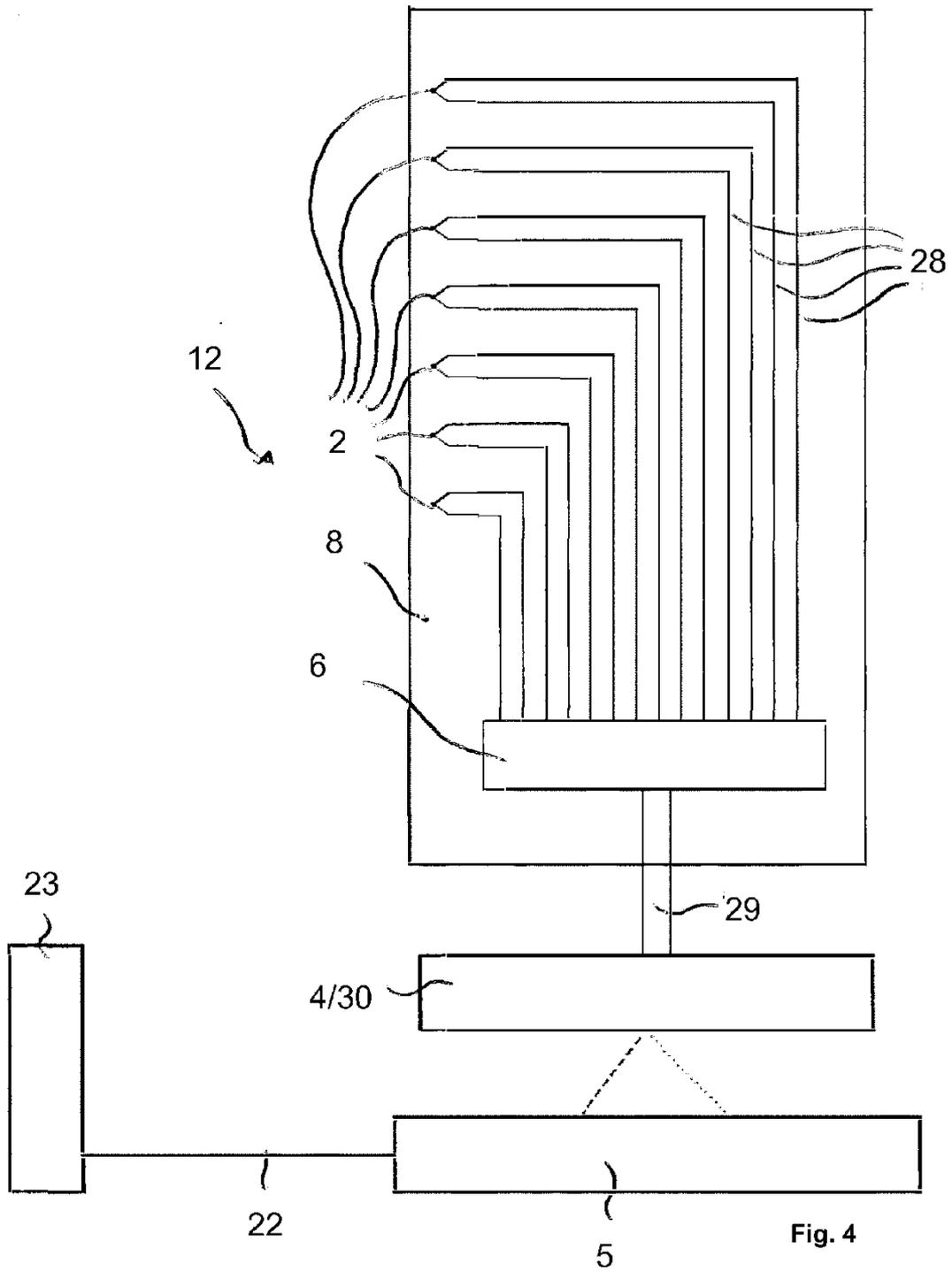


Fig. 3



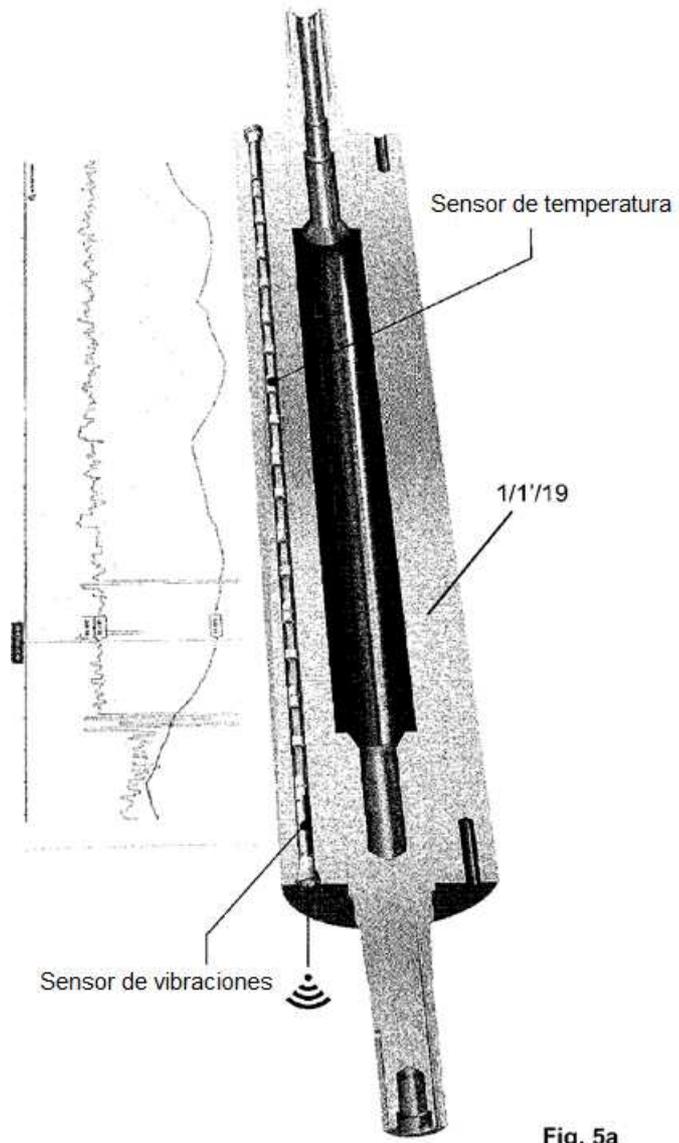


Fig. 5a

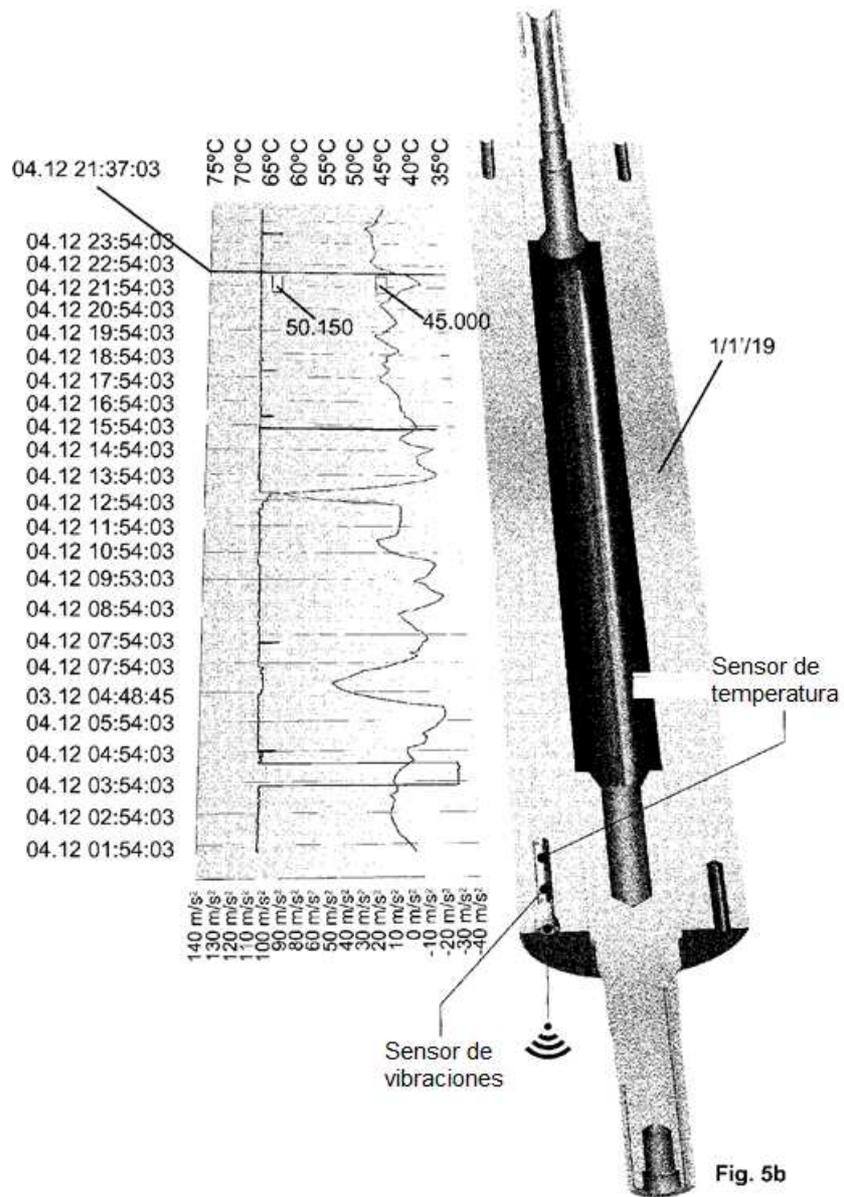


Fig. 5b

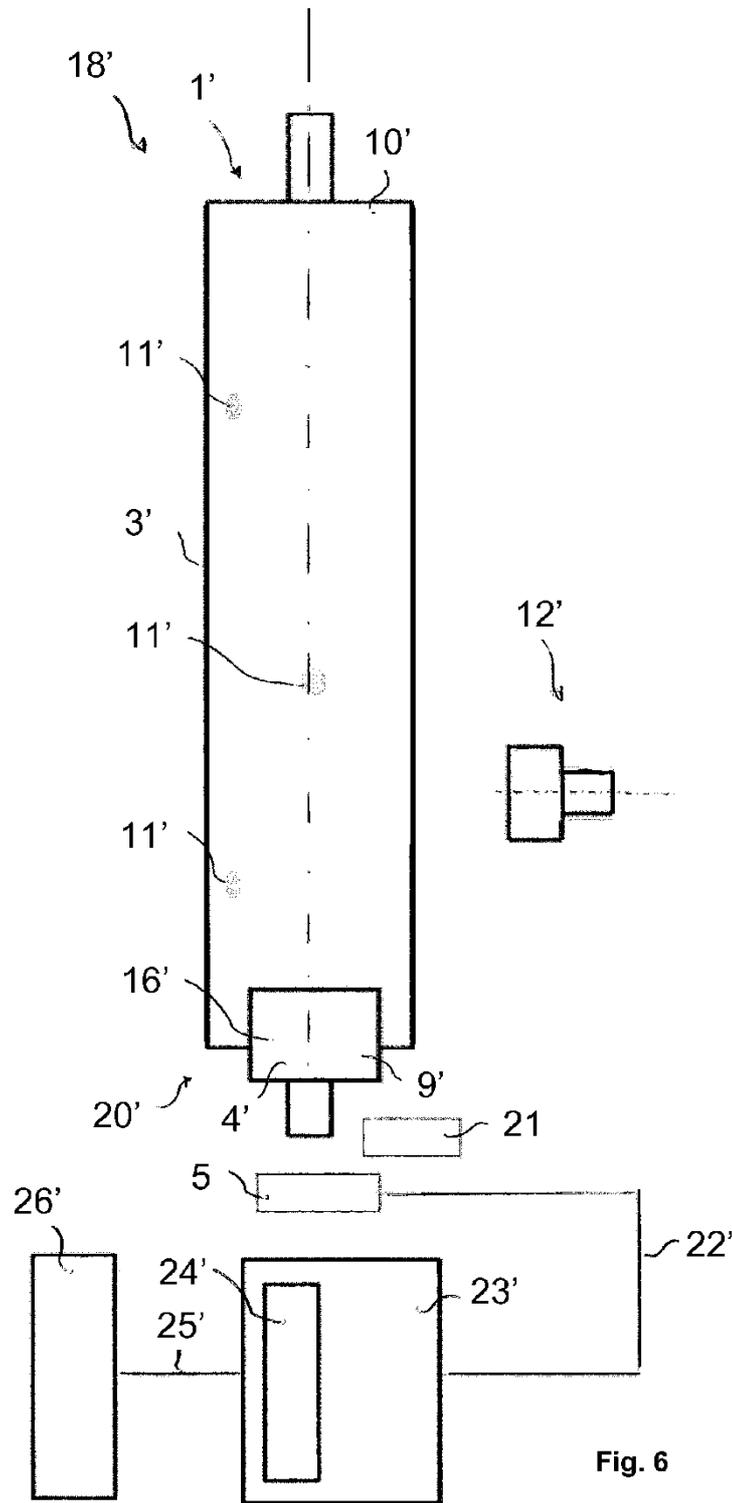


Fig. 6

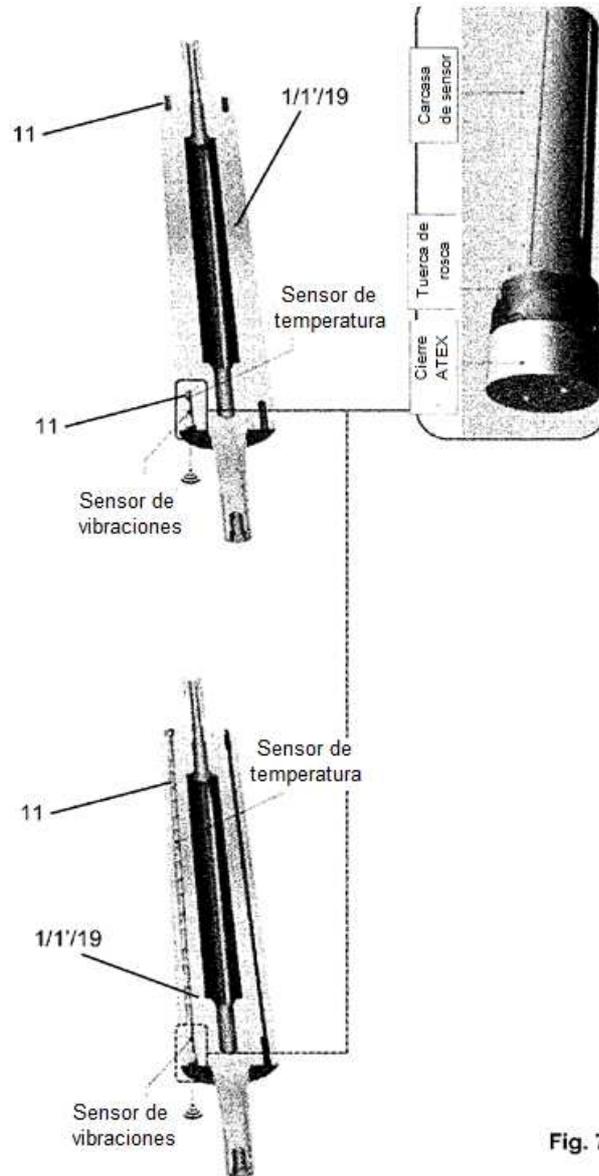


Fig. 7

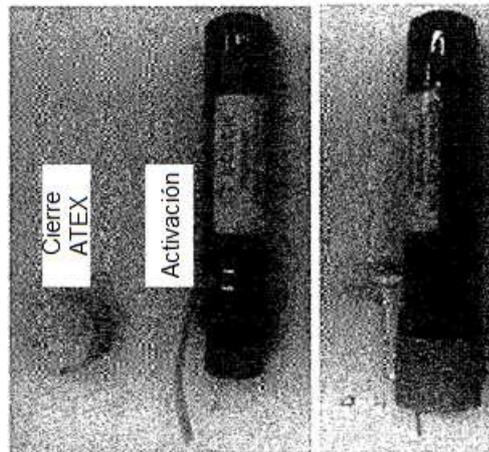
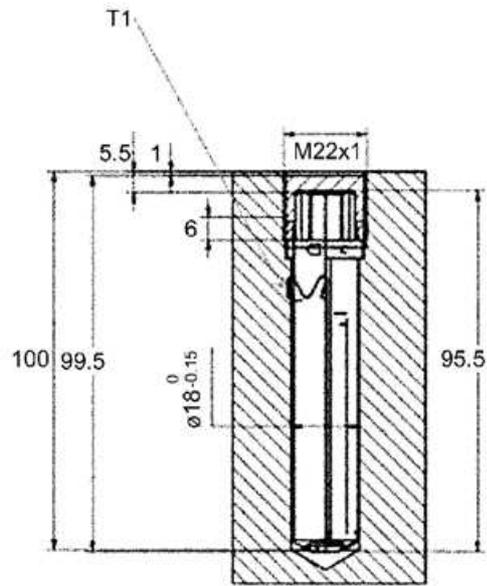


Fig. 8

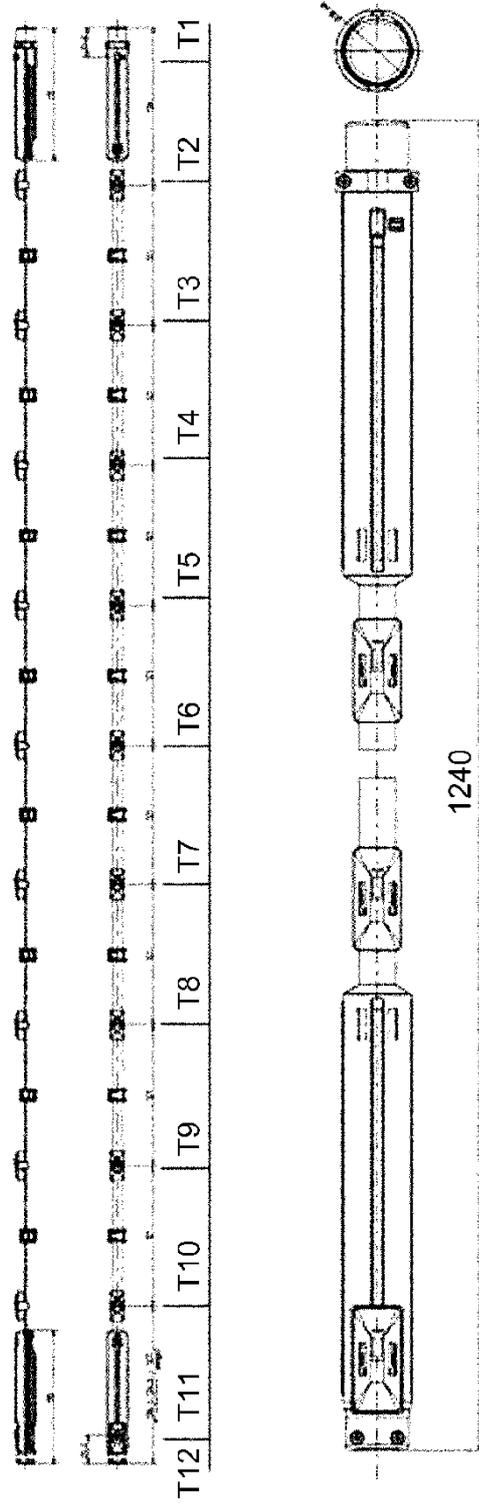


Fig. 9